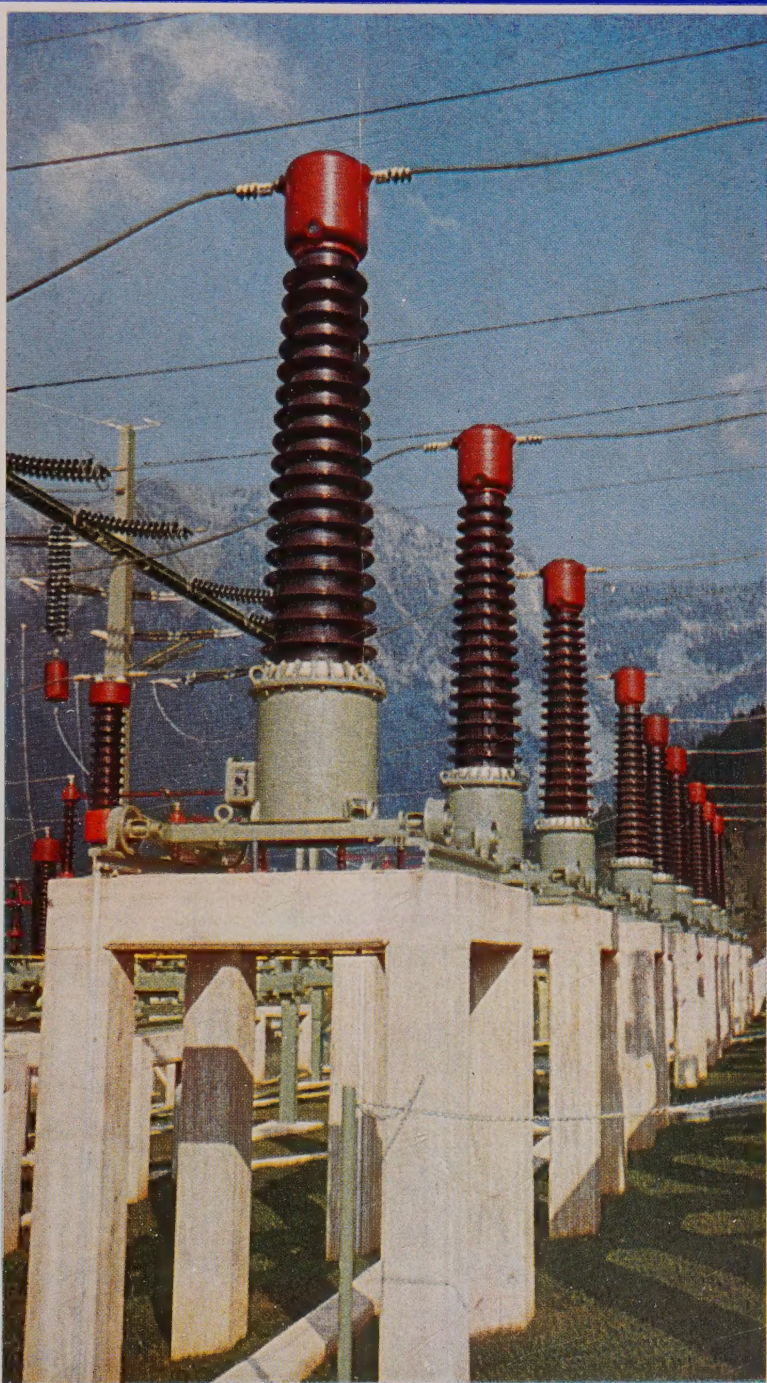


Jahrgang                      Wien, 15. August 1961                      Heft 15/16, Seite 465–496

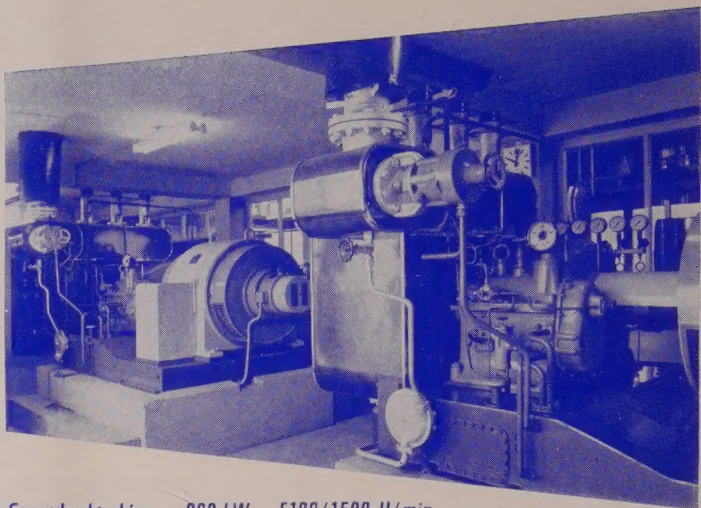
Jahrgang                      Wien, 15. August 1961                      Heft 15/16, Seite 465–496

Jahrgang                      Wien, 15. August 1961                      Heft 15/16, Seite 465–496





Gegendruck-Dampfturbinen  
 Radialgebläse  
 Axialgebläse » Bauart Schicht «  
 Kühlturmlüfter  
 Grubenlüfter  
 Abgasturbolader  
 Eindampfanlagen  
 Großapparate  
 für die chemische Industrie  
 » Vogelbusch « - Dispergatoren  
 Homogene Verbleiungen



Gegendruckturbine · 800 kW · 5100/1500 U/min



AKTIENGESELLSCHAFT

**KÜHNLE, KOPP & KAUSCH**

FRANKENTHAL / PFALZ

VERTRETUNG ÖSTERREICH: ING. HINGLER & CO., WIEN II, NEGERLEGASSE 9 · TELEFON 35 33 40



offen

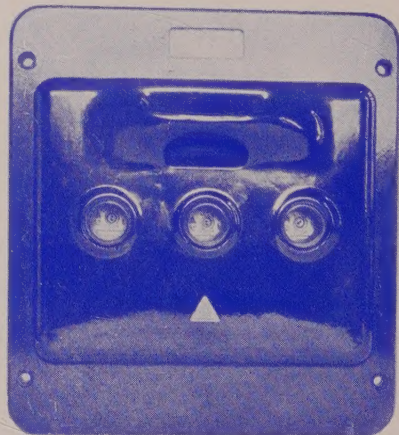


ELEKTRO-STARKSTROM-APPARATEBAU  
KRAVARIC & CO.

Der neue Trennsicherungsschalter Type TSB

Formschönheit

modernste Bauausführung — beste Qualität — stark reduzierte Preise



geschlossen

- Keine Erdung, da das Gerät aus Isolierpreßstoff besteht
- verwendbar als Lastschalter lt. Prüfprotokoll der ETVA Wien
- wahlweise Verwendung als Ein- oder Aufbau-schalter möglich
- absolute Betriebssicherheit durch vollkommenen Berührungsschutz
- gleiche Abmessungen für 200- und 400-A-Schalter



## Gesichtspunkte für den Entwurf elektrischer Anlagen von Kernkraftwerken

Von K. ROTHALER, Wien

DK 621.039.577 : 621.311.4

Die elektrische Anlage eines Kernkraftwerkes ist in großen Zügen der eines normalen konventionellen thermischen Kraftwerkes ähnlich. Durch die verschärften Sicherheitsvorschriften, welche für die Errichtung und den Betrieb eines Kraftwerkreaktors vorgegeben sind und deren Einhaltung im Hinblick auf die weitreichenden Folgen bei einem nuklearen Unfall jederzeit gewährleistet sein muß, ergeben sich jedoch Probleme in der elektrischen Projektierung, die über das übliche Maß bei konventionellen Anlagen weit hinausgehen. Dies gilt sowohl für die starkstrommäßige Energieversorgung selbst als auch für die Auslegung der Steuer- und Abschaltkreise des Reaktors und der zugehörigen Nebeneinrichtungen. Diese Anlagenteile sind daher unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte so zu entwerfen, daß bei vertretbarem Kostenaufwand ein Höchstmaß an Sicherheit in der allgemeinen Betriebsführung und im Störfall erreicht wird. Zweck dieser Arbeit soll es daher sein, ein Schaltbild auszuarbeiten, das dem heutigen Entwicklungsstand Rechnung trägt und als Grundlage für ein Kernkraftwerksprojekt dienen kann.

### 1) Eigenbedarfsversorgung

Die Wahl der erforderlichen Spannungsquellen wird durch die vorgegebenen Verbrauchergruppen und deren Bedeutung für die Betriebsführung bestimmt. Die Zusammenfassung der diversen Hilfseinrichtungen zu gleichwertigen Verbrauchersystemen ist daher der Ausgangspunkt, und die benötigten Versorgungsspannungen sollen so klassifiziert werden, daß das Netz der Klasse 1 die wichtigste Verbrauchergruppe übernimmt, während die nachfolgenden Netzklassen die Verbraucher von abnehmender Bedeutung versorgen.

#### 1,1) Netzkategorie 1

An dieses Spannungsnetz sind jene Verbraucher angeschlossen, deren Einsatz auch bei totalem Spannungsausfall nie in Frage gestellt sein darf und unterbrechungslos gewährleistet sein muß. Dies betrifft in erster Linie sämtliche der direkt am Reaktor vorgesehenen Steuer- und Abschalt Elemente, wie Regel- und Abschaltstäbe, deren Haltemagnete und Kupplungen, konventionelle Steuerorgane, Schutz- und Signalrelais sowie diverse elektrisch betätigte Ventile in den zahlreichen Rohrleitungen usw., welche zum Großteil im Gefahrfall zum Abbau des Neutronenflusses und der damit verbundenen Stillsetzung des Reaktors voll einsatzfähig zur Verfügung stehen müssen. Da diese Einrichtungen überdies oft an Stellen hohen Neutronenflusses bzw. hoher Radioaktivität oder an Punkten, die während des Reaktorbetriebes unzugänglich sind, sitzen, ist höchstmögliche Wartungsfreiheit anzustreben. Diese Betrachtungen führen zur Anordnung von gleichstrombetätigten

Einrichtungen und deren Versorgung durch zwei Batterien, die auf eine Sammelschiene mit Längstrennung speisen. Im störungsfreien Betrieb wird der Gleichstrombedarf der angeschlossenen Verbraucher durch Gleichrichter gedeckt, während die Batterien lediglich den Ladeerhaltungsstrom aufnehmen. Bei Lastspitzen oder Ausfall der Speisespannung für die Gleichrichter übernehmen die Batterien unterbrechungslos die Stromversorgung. Die Spannung des Netzes der Klasse 1 wird somit 220 V<sub>—</sub> sein.

#### 1,2) Netzkategorie 2

Dieses Netz ist dem der Klasse 1 gleichwertig, muß also ebenfalls jederzeit und unterbrechungslos die Versorgung der angeschlossenen Verbraucher gewährleisten können. Es dient hauptsächlich für die Reaktorinstrumentierung. Diese meist elektronischen Einrichtungen wie Verstärker u. dgl., sowie Ionisationskammern usw. benötigen alle Gleichspannungen von 1 kV und darüber. Der einfachste Weg, diese Spannungen zu erzeugen, ist die Gleichrichtung entsprechender Wechselspannungen. Somit bildet die Stromquelle für das Netz der Klasse 2 ein Umformeraggregat Gleichstrom 220 V auf Drehstrom 380/220 V, 50 Hz, das vom Netz der Klasse 1 angespeist wird. Aus Sicherheitsgründen ist auch dieser Umformersatz in zweifacher Ausführung vorhanden. Die Gleichstrom-Anspeisung erfolgt im Normalbetrieb von den Gleichrichtern des Netzes der Klasse 1 und bei Spannungsausfall geht die Versorgung auf die beiden Batterien über. Die höheren Gleichspannungen werden in den elektronischen Einrichtungen direkt erzeugt.

#### 1,3) Netzkategorie 3

An dieses Netz sind alle jene Verbraucher angeschlossen, welche bei Ausfall der bisherigen Speisespannung kurzfristig außer Betrieb stehen dürfen. Darunter fallen viele Motoren für Lüftungsventilatoren, Sumpfpumpen, Kompressoren, Hilfsantriebe der Turbine und verschiedener Nebeneinrichtungen, Unterverteiler für Wasseraufbereitung, Beleuchtung usw. Auch die Kühlwasserversorgung für die Abführung der im Reaktor nach dessen Stillsetzung auftretenden Nachwärme ist von diesem Netz zu betreiben. Da der Großteil dieser Verbraucher normale Induktionsmotoren sind, liegt als Versorgungsspannung Drehstrom 380/220 V, 50 Hz, praktisch fest. Die Anspeisung erfolgt im störungsfreien Betrieb über Abspanntransformatoren, welche ihre Leistung über eine Sammelschiene vom Kraftwerksgenerator direkt oder einem öffentlichen Versorgungsnetz beziehen. Bei Ausfall dieser Speisespannung übernimmt ein Diesellaggregat die Stromversorgung, wobei während der Hochlaufzeit dieses Maschinensatzes von rund 30 s die angeschlossenen Verbraucher außer Betrieb stehen. Um die Leistung des Notstromaggregates nicht



übermäßig zu vergrößern, wird es zweckmäßig sein, die Verbraucher der Klasse 3 zu unterteilen. Eine Gruppe wird aus jenen Belastungen gebildet, welche bei Ausfall der Spannung eingeschaltet bleiben und nach Anlauf des Dieselaggregates automatisch den Betrieb weiterführen. Die andere Gruppe wird bei Ausbleiben der Spannung von der Versorgungsschiene abgetrennt und muß händisch zugeschaltet werden, wenn der Weiterbetrieb erwünscht ist.

#### 1,4) Netzklasse 4

Dieses Netz hat die geringste Zuverlässigkeit, verglichen mit der Einsatzbereitschaft der vorstehend angeführten Netze der Klasse 1 bis 3. Als Verbraucher dieses Netzes ergeben sich hauptsächlich sämtliche Hochspannungsmotoren für Kühlwasser- und Speisepumpen sowie die Eigenbedarfstransformatoren zur Versorgung des Netzes der Klasse 3. Kernstück dieses Systems ist eine Hochspannungsschiene 6 kV, 50 Hz Drehstrom mit Längstrennung. Der Energiebezug beim Anfahren bzw. Abstellen des Kraftwerkes erfolgt über den Maschinentransformator vom 110-kV-Netz oder bei dessen Ausfall über ein unabhängiges Nahversorgungsnetz mit einer üblichen mittleren Hochspannung. Während des Betriebes wird die 6-kV-Schiene vom Hauptgenerator angespeist. Da in manchen Fällen nach Abstellung des Reaktors dessen Wiederinbetriebsetzung nur innerhalb einer gewissen, relativ kurzen Zeit mit anschließender längerer Zwangsbetriebspause möglich ist, muß auch für das Netz der Klasse 4 angestrebt werden, Spannungsunterbrechungen so selten und so kurz wie wirtschaftlich vertretbar zu halten. Entsprechend dem Kraftwerksstandort ist daher anzustreben, die Anlage in das 110-kV-Verbundnetz einzuschleifen, um die Anspeisungsmöglichkeit von beiden Seiten zu schaffen.

Bei Berücksichtigung der vorstehend angestellten Überlegungen ergibt sich ein Prinzipschaltbild, das in Abb. 1 gezeigt wird.

Werden die möglichen größten Störungsfälle mit ihren Folgerungen für den Betrieb des ganzen Kraftwerkes untersucht, ergibt sich nachstehende Zusammenstellung:

#### 1,41) Beim Anfahren des Kraftwerkes

(1) Eine der beiden 110-kV-Einspeisungen A oder B wird spannungslos.

Es kann dann die notwendige Eigenbedarfsenergie von dem verbleibenden 110-kV-Zweig B oder A bezogen werden und das Kraftwerk mit voller Leistung in Betrieb genommen werden.

(2) Beide 110-kV-Einspeisungen A und B werden spannungslos.

In diesem Fall wird das Kraftwerk durch die Mittelspannungsanspeisung C hochgefahren und kann zum Aufbau des 110-kV-Netzes eingesetzt werden.

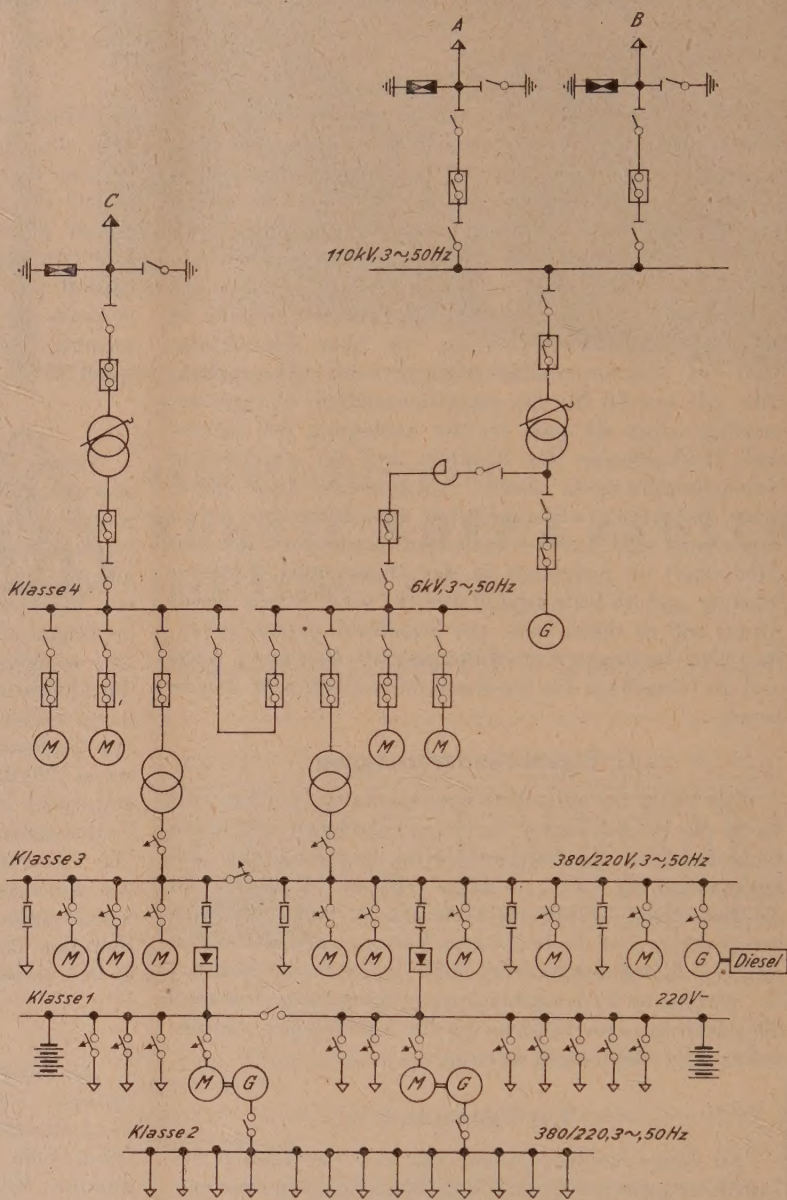


Abb. 1. Prinzipschaltung der Energieversorgung

(3) Sämtliche 110-kV-Einspeisungen A und B sowie das Nahversorgungsnetz C fallen aus.

In diesem Katastrophenfall kann die Anlage nicht in Betrieb gesetzt werden. Der notwendige Eigenbedarf muß durch den Dieselumformersatz bzw. die Batterien gedeckt werden.

(4) Ausfall des Reaktors.

Bei einem möglichen Startunfall wird die Gefahrenstillsetzung des Reaktors (scram) ausgelöst. Die Eigenbedarfsversorgung kann jedoch normal über den Haupttransformator vom 110-kV-Netz erfolgen.



**1,42) Während des Betriebes des Kraftwerks**

Normalerweise wird im störungsfreien Betrieb der Eigenbedarf des Kraftwerks durch den Hauptgenerator gedeckt.

**(1) Ausfall des 110-kV-Netzes.**

Da die Eigenbedarfsleistung durch den Hauptgenerator weiterhin zur Verfügung steht, ist eine Stillsetzung der Anlage nicht erforderlich und der Reaktor kann mit verminderter Leistung weitergefahren werden. Damit werden der Aufbau der Xenon-Spitze und die dadurch bedingte Zwangstilllegung der Anlage für mehrere Stunden nach dem Abstellen vermieden.

**(2) Ausfall des Haupttransformators.**

Da der Transformator vom Generator nicht abgetrennt werden kann, ist hier im Gegensatz zu Fall (1) der Maschinensatz durch Schnellschluß des Turbineneinlaßventils abzuschalten. Ein Weiterbetrieb des Reaktors ist nicht möglich und erscheint auch unzumutbar, da die Behebung der Transformatorstörung längere Zeit in Anspruch nehmen dürfte. Die Eigenbedarfsversorgung kann vom Mittelspannungsnetz übernommen werden.

**(3) Ausfall des Hauptgenerators.**

Es sind im Prinzip die gleichen Stillsetzmaßnahmen notwendig wie unter (2) angeführt. Eine Umschaltung auf das Nahversorgungsnetz kann jedoch unterbleiben, da die Energie weiterhin vom 110-kV-Netz bezogen werden kann.

**(4) Ausfall des Reaktors.**

Auch in diesem Fall müssen die Gefahrenstillsetzung und der Turbinenschnellschluß eingeleitet werden. Der Eigenbedarf kann durch das 110-kV-Netz gedeckt werden.

**(5) Ausfall von Hilfsbetrieben.**

Da sämtliche wichtigen Hilfsbetriebe in zweifacher Ausführung, also mit Haupt- und Reserveeinheit vorgesehen werden, kann im Störfall der ersteren durch automatische Umschaltung die Reservemaschine zum Einsatz kommen und damit der Leistungsbetrieb des Reaktors aufrechterhalten werden.

**1,43) Beim Stillsetzen des Kraftwerks**

Es können grundsätzlich die gleichen Störungen wie beim Anfahren auftreten und es sind dementsprechend die gleichen Gegenmaßnahmen einzuleiten.

**2) Reaktorsicherheitskreise**

Neben den bekannten Schutz- und Überwachungseinrichtungen des herkömmlichen Teiles der Anlage wird eine große Anzahl von Sicherheitskreisen für die Überwachung des Reaktors selbst benötigt und nur deren Auslegung soll hier näher untersucht werden.

Die Gefahrenstillsetzung (scram) eines Reaktors erfolgt bei den meisten Reaktortypen durch Einbringen von neutronenabsorbierenden Abschaltstäben in das Core, wodurch die Kettenreaktion zum Erliegen kommt. Die Auslösung dieser Stäbe soll in kürzester Zeit und möglichst betriebssicher bewerkstelligt werden können, um den kurzen Zeitkonstanten der nuklearen Vorgänge

gerecht zu werden. Aus diesen Gründen muß der Auslösevorgang automatisch und ohne Einschaltung von Bedienungspersonal erfolgen, wodurch in erster Linie elektrische Verbindungsleitungen in Frage kommen. Diese gestatten auch die notwendigen Verriegelungen und Meldungen in einfacher Weise. Sollten dennoch aus bestimmten Gründen pneumatische oder hydraulische Steuerkreise vorgesehen werden, so haben diese immer direkt oder indirekt elektrisch betätigte Steuerorgane.

Die Abschaltbedingungen eines Reaktors können im wesentlichen in nachstehende Gruppen eingeteilt werden:

(1) Leistungsüberschläge, unzulässige Leistungsänderungen sowie Störungen, welche zu unkontrollierten Reaktivitätsänderungen führen;

(2) Störungen in entscheidenden Systemzweigen wie beispielsweise an Rohren der Kühlwasserversorgung oder an wesentlichen Hilfsbetrieben wie z. B. an Kühlwasserpumpen;

(3) Auftreten von abnormalen Radioaktivitäten innerhalb des Reaktorsystems, z. B. Austritt von Spaltprodukten aus beschädigten Brennelementen;

(4) Gefährdung des Bedienungspersonals.

Eine weitere Unterteilung der Auslösebedingungen ergibt sich danach, ob diese in jedem Fall zu einer Abstellung des Reaktors führen müssen oder an bestimmte Vorbedingungen zur Aktivierung der Stillsetzung gebunden sind, vor deren Erfüllung lediglich eine Meldung des Gefahrenzustandes erfolgt. Unter erstere, als Absolutauslösungen zu bezeichnende Fälle, sind die Störungen der Gruppe (1) einzureihen. Letztere, als konditionelle Auslösungen bezeichnete Fälle, umfassen die restlichen Gruppen (2) ... (4). Dabei kann beispielsweise als Vorbedingung für eine effektive Auslösung eine bestimmte erreichte Mindestleistung des Reaktors festgesetzt werden.

In vereinfachter Darstellung besteht jeder Abschaltkreis aus einem Detektor für die Fehlererfassung mit Zusatzeinrichtungen für die Kontaktgabe zur Abschaltung im Störfalle. Nachstehende Abb. 2 zeigt dieses Einfachsystem (one-out-of-one) sowohl für den Fall einer absoluten als auch einer konditionellen Auslösung.

Alle Kontakte sind für Betrieb mit voller Reaktorleistung ohne Vorhandensein einer Auslösebedingung gezeichnet. Als Absolutauslösung wurde das Beispiel des zu stark ansteigenden Neutronenflusses gewählt. Im Verstärker VF wird die von der Ionisationskammer  $Jk_1$  eingegangene Meßgröße verarbeitet, wodurch der Kontakt öffnet, Auslöserelais  $AR_1$  spannungslos wird, dessen Kontakt den Haltekreis der Magnete M unterbricht und die Abschaltstäbe in das Reaktorcore einfallen. Eine konditionelle Auslösung ist gegeben, wenn beispielsweise eine abnormale Temperaturerhöhung im Kühlmittelkreislauf eine Öffnung des Kontakts im Verstärker VT bewirkt, jedoch erst ab einem gewissen Leistungspegel der Kontakt des Verstärkers VL ebenfalls geöffnet hat und damit die Auslösung über  $AR_2$  freigibt. Bei zu geringer Leistung genügt die erreichte Temperatur allein nicht zur Abstellung des Reaktors.

Dieses Einfachsystem erweist sich aus mehreren Gründen als nicht befriedigend. Es ist einerseits sehr anfällig gegen „unsichere“ Störungen, worunter Fehler zu verstehen sind, die zu einer Auslösung führen soll-



ten, dies aber zufolge eines Defekts an der Anzeigeneinrichtung nicht geschieht. So wird z. B. eine Unterbrechung der Zuleitungen zum Thermoelement trotz übermäßiger Temperatur an der Meßstelle eine Auslösung

VF<sub>2</sub> unterbricht den Haltekreis des Abstellrelais AR, wodurch der Reaktor stillgesetzt wird. Es ergibt sich somit ein Vorteil gegenüber dem Einfachsystem. Gegenüber vorgetäuschten Störungen ist dieses System jedoch doppelt empfindlich, da interne Fehler in beiden Meßkreisen ohne Vorliegen einer Abschaltnotwendigkeit zur Reaktorstillsetzung führen. Überdies verbleiben auch hier die Nachteile der Unmöglichkeit, die einzelnen Geräte während des Betriebes zu warten bzw. zu überprüfen.

Um auch unnötige Abschaltungen zu vermeiden, wird das vorige one-out-of-two-Doppelsystem zu einem two-out-of-two-Doppelsystem modifiziert. Dabei erfolgt unter Beibehaltung der doppelten Ausführung aller Überwachungskreise eine Parallelschaltung der Signalkontakte gemäß Abb. 4.

Bei diesem System führt erst ein Öffnen beider Signalkontakte VF<sub>1</sub> und VF<sub>2</sub> zu einem Abfallen des Abstellrelais AR und damit zu einer Außerbetriebnahme des Reaktors. Daraus ergibt sich, daß zwar Abschaltungen zufolge vorgetäuschter innerer Fehler eines der beiden Meßkreise sehr unwahrscheinlich sind, jedoch eine „unsichere“ Störung, also ein Funktionsfehler eines der beiden Kreise eine notwendige Abschaltung verhindern kann. Wartung und gewisse Funktionsprüfungen während des Betriebes sind möglich.

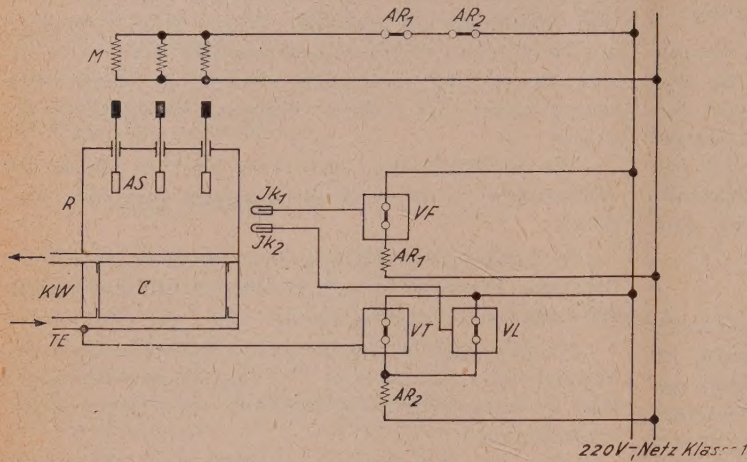


Abb. 2. one-out-of-one-System

- |  |   |
|--|---|
| R . . . Reaktorgefäß                     | VF . . Verstärker Neutronenfluß                       |
| AS . . Abschaltstäbe                     | VT . . Verstärker Temperatur                          |
| M . . . Haltemagnete                     | VL . . Verstärker Leistung                            |
| C . . . Reaktorcore                      | AR <sub>1</sub> . . Relais für Absolutauslösung       |
| JK <sub>1,2</sub> . . Ionisationskammern | AR <sub>2</sub> . . Relais f. konditionelle Auslösung |
| TE . . Thermoelement                     | KW . . Kühlwasser                                     |

verhindern. Andererseits können vorgetäuschte Störungen zu unnötigen Abschaltungen führen. Wenn z. B. die Betätigungspule des Relais AR<sub>1</sub> durchbrennt, erfolgt die Stillsetzung des Reaktors, ohne daß eine Notwendigkeit dazu bestünde. Als weiterer Nachteil dieses Systems ergibt sich die Unmöglichkeit, die Geräte bei laufendem Betrieb zu warten bzw. auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Dies ist nur bei Stillstand der Anlage zulässig.

Die wesentlichen Nachteile dieses Einfachsystems und die dabei gesammelten schlechten Erfahrungen führten zur Auswahl eines Doppelsystems (one-out-of-two). Dabei wird jeder Fehler mit zwei völlig gleichen Kreisen erfaßt. In Abb. 3 wird dieses System am Fehlerfall des unzulässig hohen Neutronenflusses erläutert.

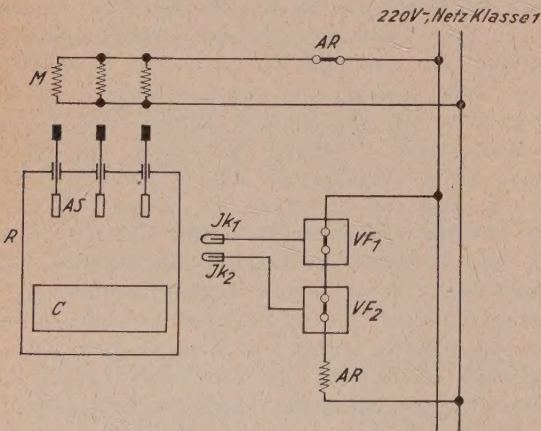


Abb. 3. one-out-of-two-System

Bei einer gemäß vorigem definierten „unsicheren“ Störung, z. B. Funktionsfehler der Ionisationskammer JK<sub>1</sub>, erfaßt JK<sub>2</sub> den unzulässigen Neutronenfluß und

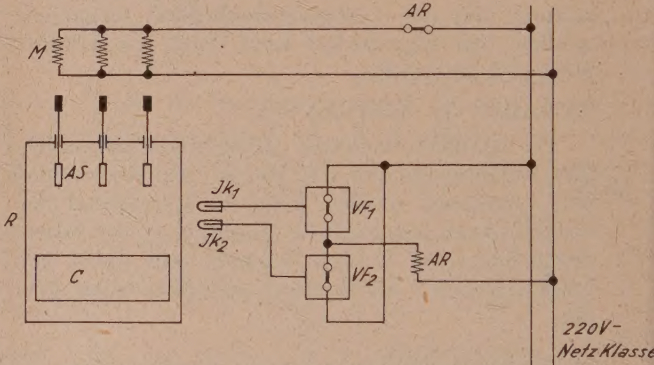


Abb. 4. two-out-of-two-System

Um die Eigenschaften der Sicherheitskreise entscheidend zu verbessern, führen die weiteren Überlegungen schließlich zu einem Dreifachsystem (two-out-of-three), das sowohl bei Forschungs- als auch Leistungsreaktoren laufend angewendet wird und an Hand der Abb. 5 und 6 erläutert werden soll.

Wieder wird das Beispiel des unzulässig erhöhten Neutronenflusses als Abstellsursache herangezogen. Bei Überschreiten des eingestellten Neutronenflußpegels öffnen die Kontakte der zugehörigen Verstärker VF<sub>1</sub>, VF<sub>2</sub> und VF<sub>3</sub> und bei beiden Varianten werden die Haltemagnete spannungslos und die Stäbe fallen in das Core. Bei Auftreten einer „unsicheren“ Störung, also Ausfall eines der drei Überwachungskreise, erfassen die beiden restlichen den etwa gleichzeitig entstehenden unzulässig hohen Neutronenfluß. Es genügt bei Va-



riante 1 (Abb. 5) die an den Magneten verbleibende Gleichspannung der gleichgerichteten Drehstromphase des gestörten Kreises nicht zum Halten der Magnete.

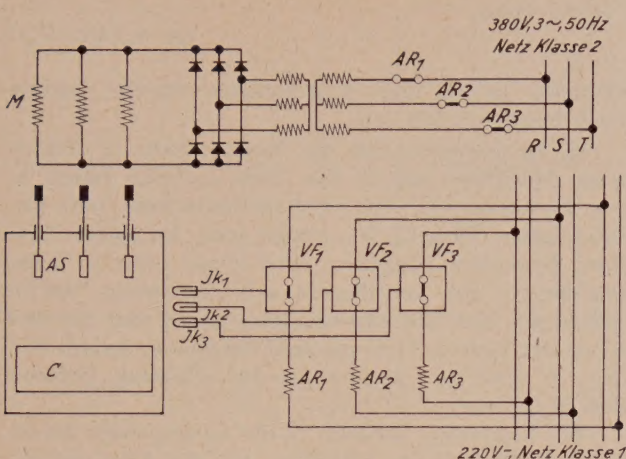


Abb. 5. two-out-of-three-System, Variante 1

Bei Variante 2 (Abb. 6) wird zufolge der Kontaktverriegelung das Relais AR<sub>4</sub> ebenfalls spannungslos. Für den Fall einer vorgetäuschten Störung in einem Kreis, z. B. Durchbrennen der Spule des Relais AR<sub>1</sub> genügt die Variante 1 (Abb. 5) die an den Magneten verbleibende gleichgerichtete Spannung der beiden restlichen Drehstromphasen S und T zum Halten der Magnete. Auch bei Variante 2 (Abb. 6) fällt das Relais AR<sub>4</sub> bei alleinigem Öffnen der Kontakte AR<sub>1</sub> oder AR<sub>2</sub> oder AR<sub>3</sub> noch nicht ab.

Somit bietet dieses System auch vollen Schutz sowohl bei „unsicheren“ als auch bei vorgetäuschten Fehlern in einem der drei Überwachungskreise. Als weiterer Vorteil ergibt sich die Möglichkeit, Wartung und Funktionsproben jeweils eines Kreises auch während des Reaktorbetriebes durchführen zu können. Der Hauptnachteil des Dreifachsystems liegt im Kostenpunkt, bedingt durch die dreifache Instrumentierung für jede zu überwachende Betriebsgröße. Es hat sich jedoch in der Praxis bereits erwiesen, daß dieser Mehraufwand durch die höhere Betriebssicherheit und durch den selteneren Ausfall des Kraftwerks infolge unnötiger Abschaltungen wieder wettgemacht werden kann. So konnte bei einer ausgeführten Anlage eines großen Forschungsreaktors die jährliche Ausfallsrate auf weniger als 1% gegenüber der bei Verwendung eines Einfachsystems gesenkt werden.

Volle Wirksamkeit des Dreifachsystems ist jedoch nur dann gegeben, wenn die drei Komponenten eines Kreises möglichst unabhängig voneinander arbeiten können. Beispielsweise ist die Spannungsversorgung der Abstellrelais mit eigenen Zuleitungen durchzuführen, so daß bei Spannungsausfall zufolge eines Fehlers in der Zuleitung oder Durchbrennens der Abzweigsicherung nur ein Meßkreis davon betroffen wird. Als weitere Störungsquelle sind mechanische Erschütterungen und Vibrationen zu berücksichtigen. Die Schalttafeln sind daher entsprechend zu montieren und eventuell

ist eine Aufteilung der Komponenten eines Überwachungssystems auf verschiedene Tafeln zu treffen. Besondere Sorgfalt ist jenen Geräten zu widmen, welche notwendigerweise gemeinsam für mehrere Einrichtungen vorgesehen werden müssen (z. B. Relais AR<sub>4</sub> bei Variante 2 des Dreifachsystems). Eine Verdopplung dieser Geräte wird meist angezeigt sein.

Bezüglich Meldung einer Warnung oder Auslösung gelten auch für den nuklearen Teil der Anlage ähnliche Gesichtspunkte wie für den konventionellen Teil. Es ist selbstverständlich wichtig, nicht nur zu wissen, daß eine Abstellung stattgefunden hat, sondern auch die Ursache zu differenzieren. Die üblichen optischen und akustischen Meldungen kommen auch dabei zur Anwendung. Wesentlich erscheint es auch, sehr kurzzeitige Störungen durch Meldung festzuhalten, um bei Abstellung der Anlage durch einen derartigen Fehler nachher ebenfalls die Ursache feststellen und die Behebung veranlassen zu können.

Die vorstehenden Ausführungen dürften die Bedeutung unterstreichen, die der zweckentsprechenden Auslegung des elektrischen Teiles eines Kernkraftwerkes zukommt. Selbst bei noch so guter mechanischer Reaktorausführung hängt der geordnete Betrieb einer der-

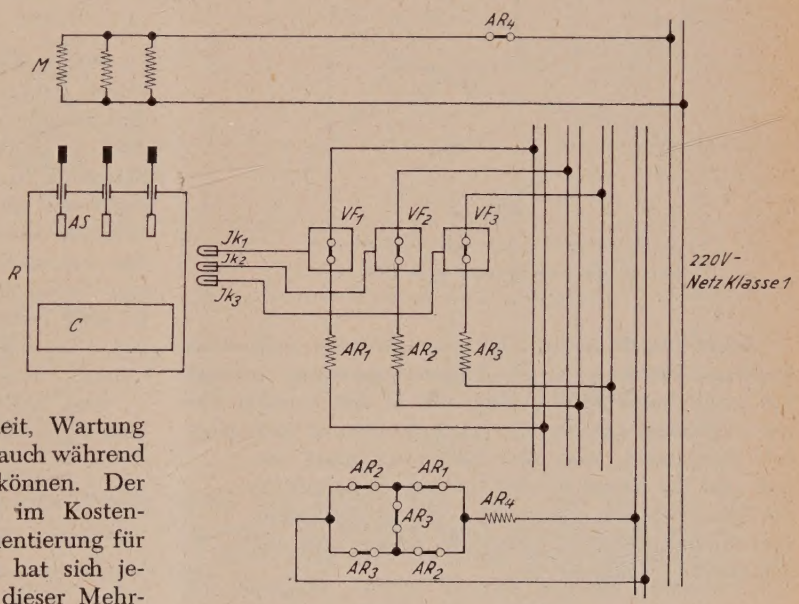


Abb. 6. two-out-of-three-System, Variante 2

artigen Anlage von einem befriedigenden Entwurf der Stromversorgung und der Sicherheitskreise in großem Maß ab.

Schrifttum

[1] E. SIDALL: A Study of the serviceability and safety in the control system of the NRU reactor. AECL, Chalk River, Canada.  
Canada's first nuclear power Station NPD-2, design description.  
[2] E. P. PEABODY: Electric systems for a nuclear reactor. *Appl. and Ind.*, Vol. 27 (1956), S. 296 ... 306.  
[3] M. LIGNIERES, J. BOBIEGAT, A. DARRE: Electromechanical Installations. *Bull. inform. sci. et techn.*, 20. Jg. (1958), S. 140 ... 151.



# Eisenverluste in gesättigten elektrischen Maschinen<sup>1)</sup>

## Teil 1. Wirbelstromverluste

Von J. BEN URI, Haifa, Israel

DK 621.313.017.31

### 1,1) Einleitung

Die Frage der Eisenverluste in elektrischen Maschinen ist ein sehr altes Problem und trotzdem ist eine genaue Lösung noch immer nicht gefunden worden und vielleicht kaum möglich.

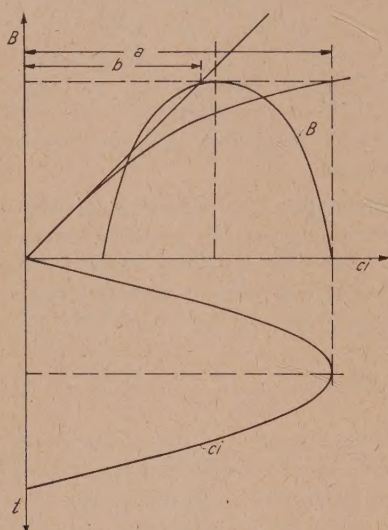


Abb. 1

a durchschnittliche magnetische Charakteristik  
b magnetische Charakteristik nach Abb. 4

Beim Transformator liegt eine fast reine wechselnde Ummagnetisierung vor. Die Klemmenspannung und auch das magnetische Feld ändern sich in den meisten Fällen annähernd sinusförmig, die Induktion ist auch ziemlich gleichmäßig über den Eisenquerschnitt verteilt und die Frequenz der Ummagnetisierung ist die Netzfrequenz. Daher sind die gewöhnlichen Berechnungsmethoden ziemlich genau und die allgemeine Gleichung (1)

$$V = [\varepsilon \cdot f/100 + \sigma \cdot (f/100)^2] \cdot B^2 \quad [\text{W/kg}] \quad (1)$$

oder

$$v = k \cdot B^2 \quad [\text{W/kg}] \quad (1a)$$

kann ohne weiteres angewandt werden. Hierbei bedeuten  $\varepsilon$  die Hysteresis-Konstante,  $\sigma$  die Wirbelstrom-Konstante und  $k$  den totalen Verlustfaktor pro kg Eisenblech für die Induktion von 1 Wb/m<sup>2</sup>.

Bei den elektrischen, rotierenden Maschinen ist die Berechnung der Eisenverluste wesentlich schwieriger und kann deshalb nur mit ziemlich roher Annäherung geschätzt werden, trotz der vielen Arbeiten in den letzten 70 Jahren. Es soll hier versucht werden, dem Problem etwas näher zu

kommen, jedoch eine vollkommene, strenge Lösung wird kaum möglich sein.

Es ist bekannt, daß die Eisenverluste in elektrischen Maschinen sich in drei Teile aufteilen lassen, u. zw. Hysteresis-Verluste, Wirbelstromverluste und Zusatzverluste. Obwohl wir immer jede Art dieser Verluste besonders berechnen, sind diese nicht so ganz unabhängig und beeinflussen sich gegenseitig. Jedoch wollen wir hier den üblichen Weg gehen und die drei Arten der Eisenverluste getrennt behandeln, jedoch von Zeit zu Zeit die gegenseitige Beeinflussung betonen und studieren.

Wir begrenzen uns auch in der vorliegenden Arbeit auf den Einfluß der Sättigung auf die Eisenverluste und wollen zunächst nur diesen Einfluß auf die Wirbelstromverluste näher studieren. Der Einfluß der Sättigung auf die Hysteresisverluste und besonders auf die Zusatzverluste soll späteren Arbeiten vorbehalten werden.

### 1,2) Ideelles Sinusfeld

Wir wollen zunächst eine Synchronmaschine in Betracht ziehen, wobei jedoch diese im Leerlauf behandelt werden soll. Die Polschuhe oder die Feldwicklung sind so geformt, daß die Induktion im Anker ohne Sättigung (d. h. die MMK) eine reine Sinuswelle aufweist und der Anker soll zunächst als nutenfrei angenommen werden, d. h. ein ideeller Luftspalt wird nach den bekannten Methoden berechnet, Pulsationswärme usw. sollen als Zusatzverluste später bestimmt werden. Es muß jedoch klar sein, daß die Eisensättigung auch den Carterschen Faktor beeinflusst, was auch in einer späteren Arbeit behandelt werden soll.

Nun wissen wir auch, daß der Anker ein Innen- oder Außenanker sein kann und die radiale Krümmung

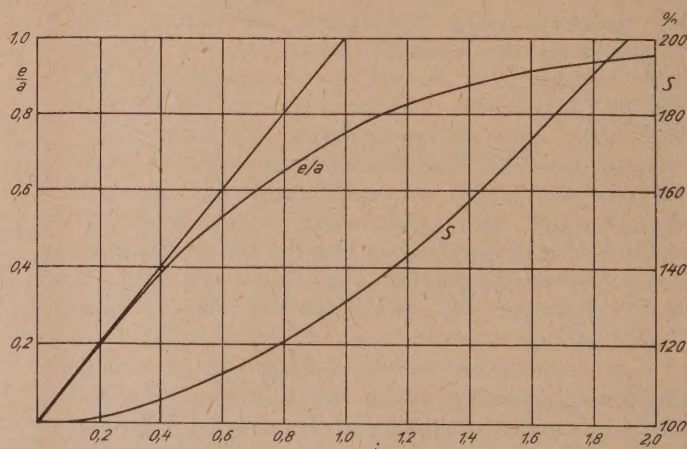


Abb. 2

beeinflusst die Wirbelstromverluste auch wenn keine Sättigung angenommen wird. Dieses Problem wurde auch öfters in der Literatur behandelt und wir wollen den Leser auf diese verweisen [2], [3].

<sup>1)</sup> Die Arbeit wurde am Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, USA, durchgeführt, wo der Verfasser Gastvorlesungen gehalten hat.



Wir wollen zunächst feststellen, was wir unter Sättigung verstehen. Wenn wir die beschriebene Synchro­maschine mit sinusförmiger MMK-Verteilung er-

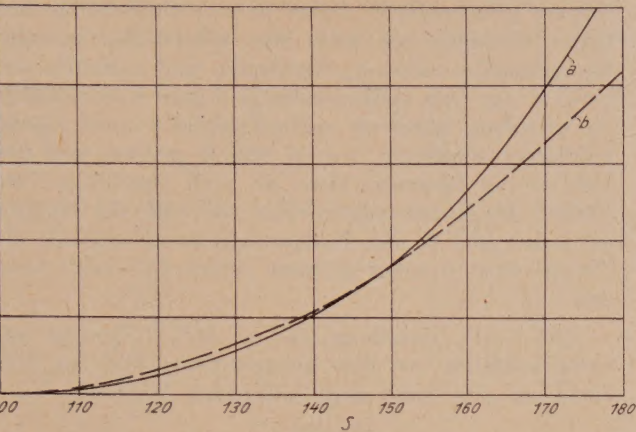


Abb. 3

regen, erhalten wir eine Induktion im Eisen, die von der Sättigung abhängt. Wie Abb. 1 zeigt, wurde eine beliebige magnetische Charakteristik angenommen. Da wir hier nur die Wirbelstromverluste (W.V.) betrachten wollen, nehmen wir die durchschnittliche magnetische Charakteristik an und vernachlässigen die Hysteresisschleife. Der maximale Wert der MMK gibt uns den maximalen Wert der Induktion und, wie in Abb. 1 gezeigt, im Vergleich mit der Luftspaltinduktion wollen wir den Wert

$$S = a/b \tag{2}$$

als Sättigungsgrad bezeichnen.

Der zeitliche Verlauf der Induktion hängt natürlich von der magnetischen Charakteristik ab. Es ist uns jedoch aus der Literatur bekannt, daß sehr oft eine durchschnittliche Charakteristik angenommen wird, der Fehler gegenüber der wirklichen magnetischen Charakteristik ist meistens klein. Um uns die Berechnung zu erleichtern, wollen wir [4] eine magnetische Charakteristik annehmen, die wir auch in mathematischer Form ausdrücken können, z. B.

$$B = a \cdot \operatorname{tgh}(ci). \tag{3}$$

Abb. 2 zeigt diese magnetische Charakteristik wie auch den Sättigungsfaktor nach (2).

Wenn wir jetzt

$$c \cdot i = F \cdot \sin(t) \tag{4a}$$

annehmen und auch, wie bekannt,

$$\operatorname{tgh}(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{2}{15} \cdot x^5 - \frac{17}{315} \cdot x^7 + \dots, \tag{4b}$$

können wir jetzt die Oberwellen der Induktion berechnen und auch die Wirbelstromverluste für jede Oberwelle. Der Sättigungsverlustfaktor

$$k_s' = 1 + 9 \cdot \left(\frac{B_3}{B_1}\right)^2 + 25 \cdot \left(\frac{B_5}{B_1}\right)^2 + 49 \cdot \left(\frac{B_7}{B_1}\right)^2 + \dots \tag{4}$$

kann also ohne weiteres erfaßt werden und wurde auch für die obige Annahme nach (3) berechnet und ist der Abb. 3 Kurve a zu entnehmen.

Natürlich ist dieser Wirbelstromverlustfaktor (W.V.F.) eine Funktion der magnetischen Charakteristik. Es könnte vielleicht der Vorwurf gemacht werden, daß diese magnetische Charakteristik nach (3) und Abb. 2 auch am Anfang eine sehr gekrümmte Linie ist und auch in vielen Fällen nicht mit der wirklichen stimmen wird. Es mußte daher auch eine andere magnetische Charakteristik analysiert werden (s. Abb. 4), welche bis zu ziemlich hohen Induktionen eine Gerade ist und dann plötzlich in die Sättigung übergeht. Für diese magnetische Charakteristik, die nur graphisch vorhanden ist, wurde auf graphischem Wege die Induktion für sinusförmige MMK und für verschiedene Sättigungen aufgezeichnet. Die Oberwellen wurden mit Hilfe einer digitalen Rechenmaschine berechnet. Der Sättigungsverlustfaktor nach (4) ist auch in Abb. 3 (Kurve b) eingezeichnet und wir sehen, daß im allgemeinen der Fehler in kleinen Grenzen schwankt, u. zw.  $\pm 5\%$ . Da meistens die magnetische Charakteristik zwischen den beiden extremen Fällen liegen wird, können wir annehmen, daß der Fehler etwa  $\pm 2\%$  sein

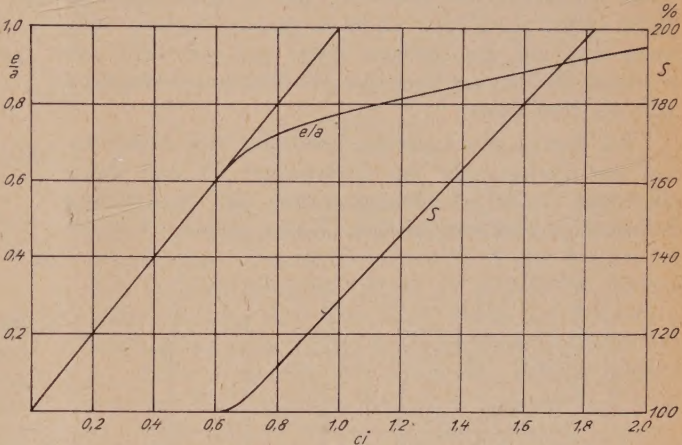


Abb. 4

wird, also können die Werte von (4) und Abb. 3 (Kurve a) als ziemlich genau angenommen werden.

Wir sehen also, daß die Wirbelstromverluste mit der Sättigung steigen. Da die meisten modernen Ma-

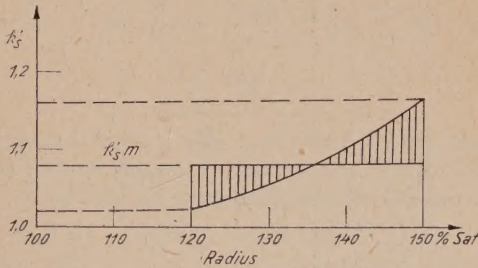


Abb. 5

schinen mit einem Sättigungsgrad von 140...160% gebaut werden, können wir annehmen, daß die Verluste um ungefähr 15...25% erhöht werden.

Wir haben an sich eine durchschnittliche Charakteristik angenommen und die Hysteresisschleife vernach-



lässt. Berechnungen wurden auch mit einer ziemlich breiten Hysteresisschleife durchgeführt, und zwar mit Hilfe der digitalen Rechenmaschine. Der maximale Fehler dürfte auch hier weniger als 2% sein. Da die Breite der Hysteresisschleife und auch die wirkliche

men kompensiert ist und die Kompensation auch eine vollständige ist, d. h. wir vernachlässigen den Einfluß der Nutung im Anker wie auch in der Kompensationswicklung und nehmen einen „ideellen“ (Carterschen Faktor) gleichmäßigen Anker an mit gleichmäßig verteilter Wicklung wie auch eine gleichmäßig verteilte Kompensationswicklung. Wendepole sind natürlich vorhanden, um eine vollkommene und gute Kommutation zu erreichen, aber wir wollen zunächst eine ideelle Feldkurve annehmen, wie in Abb. 6 gezeigt, und das Feld in der neutralen Zone als Null annehmen. Der Einfluß des Kommutationsfeldes wie auch der Nutung im Anker und in der Kompensationswicklung soll als Zusatzverlust in einer späteren Arbeit behandelt werden.

Die MMK-Verteilung, die in Abb. 6 gezeigt ist, hängt natürlich von dem geometrischen Bild der Polfläche ab und kann nach bekannten Methoden mei-

magnetische Charakteristik von dem Blechmaterial und der Konstruktion abhängen, können wir im allgemeinen als totalen Fehler gegenüber der angenommenen Charakteristik etwa 3...5% annehmen. D. h. die nach (3) und Abb. 2 angenommene durchschnittliche magnetische Charakteristik kann für alle Betrachtungen als Basis gelten. In Fällen wo man genauer rechnen will, kann man auf graphischem Wege und mit Hilfe der digitalen Rechenmaschine den Wirbelstromverlustfaktor genauer berechnen.

Wir haben schon erwähnt, daß der eigentliche Anker ein Innen- oder ein Außenanker ist und daher wird sich auch der Sättigungsgrad mit dem Radius ziemlich proportional ändern. Daher müssen wir den

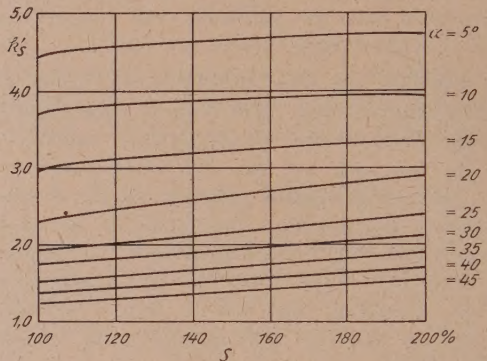


Abb. 8

stens graphisch ermittelt werden. Der Einfachheit halber können wir auch diese Feldverteilung als ein Trapez annehmen und ein Vergleich der Oberwellen bzw.

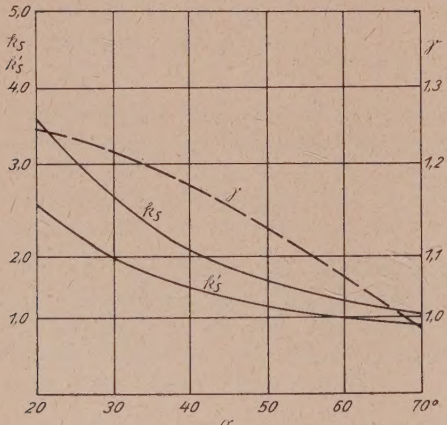


Abb. 7

planimetrischen Mittelwert des Wirbelstromverlustfaktors berechnen, wie in Abb. 5 gezeigt wurde, und diesen in die Berechnung einsetzen. Es wird jetzt

$$V_w = k_s' \cdot k_w \cdot \sigma \cdot B^2 \cdot (f/100)^2 \quad [W/kg],$$

wobei  $k_w$  den Innen- oder Außenanker berücksichtigt (s. [2], [3]).

### 1,3) Die Gleichstrommaschine

Wir wollen jetzt die Wirbelstromverluste in gesättigten Gleichstrommaschinen behandeln. Da die Frage der Eisenverluste nur bei großen Maschinen wichtig ist, wollen wir annehmen, daß die Maschine vollkom-

deren Einfluß auf den Wirbelstromverlustfaktor zeigte, daß dies mit kleinem Fehler zulässig ist, wobei ungefähr

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \cdot (\tau_p - b_p)/p \quad (5)$$

berechnet werden kann.

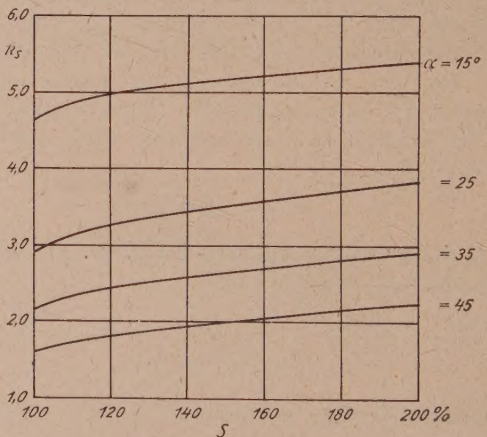


Abb. 9



Die Frage der Berechnung der Wirbelstromverluste bei nicht gesättigten Maschinen ist jetzt ziemlich einfach. Die Feldkurve — Trapez — wird jetzt einer Fourier-Analyse unterzogen (s. z. B. Hütte Bd. I) und die Verluste jeder Oberwelle werden nach (4) berechnet. Natürlich muß die Grundfrequenz (bzw. deren

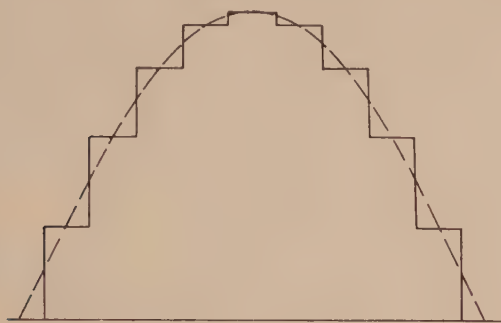


Abb. 10

Quadratwert), die eine Funktion der Umdrehungszahl ist, berücksichtigt werden.

Wir erhalten jetzt einen Verlustfaktor  $k'_s$ , der sich auf die Amplitude der ersten Oberwelle bezieht, und da meistens die maximale Induktion  $B_m$  gegeben ist und auch der „Trapezwinkel“  $\alpha$  (s. Abb. 6), so wird

$$k_s = k'_s \cdot \gamma^2, \quad (6)$$

wobei

$$\gamma = B_1/B_m \quad (6a)$$

den Feld-Formfaktor bedeutet.

Die Werte für ungesättigte Maschinen für  $k'_s$ ,  $\gamma$  und  $k_s$  als Funktion des Winkels  $\alpha$  sind der Abb. 7 zu entnehmen.

Einige wirkliche Feldkurven (s. Abb. 6) wurden analysiert, um die Genauigkeit unserer Annahme — Trapeze — festzustellen. Auch diese Analyse wurde auf der digitalen Rechenmaschine vorgenommen. Der Fehler in der Berechnung des Wirbelstromverlustfaktors ist ungefähr 1%, daher können wir Trapeze als eine gute Annäherung annehmen, da dies die Berechnung vereinfacht.

Es soll dabei hervorgehoben werden, daß der Wirbelstromverlustfaktor auch bei nicht gesättigten Maschinen größer als 1,0 ist, da die MMK-Verteilung Oberwellen aufweist.

Jetzt wollen wir den Einfluß der Sättigung näher besprechen. Da wir eine vollkommene Kompensation der Ankerrückwirkung angenommen haben, was für größere Maschinen ohne weiteres zulässig ist, wird die Frage der Berechnung des Wirbelstromverlustfaktors ziemlich einfach sein. Wir nehmen unsere durchschnittliche magnetische Charakteristik nach Abb. 2 an, wobei diese für Gleichstrommaschinen besser angepaßt erscheint, da die meisten Gleichstrommaschinen, besonders eigenerrregte Maschinen, schon für kleine Erre-

gungen Krümmungen aufweisen. Wir berechnen jetzt graphisch für verschiedene Sättigungen „S“ und für verschiedene Winkel  $\alpha$  die wirkliche Induktionsverteilung und nehmen die Fourier-Analyse mit Hilfe der digitalen Rechenmaschine vor. Aus Abb. 8 und 9 können wir die Wirbelstromverlustfaktoren  $k'_s$  und  $k_s$  als Funktion des Sättigungsgrades entnehmen. Wir sehen, daß der Wirbelstromverlustfaktor langsam mit der Sättigung ansteigt.

Nun entsteht die Frage, ob unsere Berechnung ziemlich genau ist. Wir haben nämlich eine durchschnittliche magnetische Charakteristik nach (3) und Abb. 2 angenommen. Es wurden daher einige Fourier-

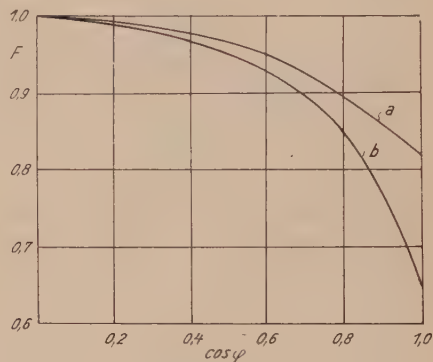


Abb. 12

a Vollpol-Maschine  
b Maschine mit ausgeprägten Polen

Analysen für die magnetische Charakteristik nach Abb. 4 vorgenommen und dabei festgestellt, daß der Wirbelstromverlustfaktor nach Abb. 8 und 9 etwa 1 bis 2% zu hoch erscheint. Wenn wir jedoch die wirkliche Feldverteilung nach Abb. 6 an Stelle der Trapeze annehmen, so erscheint der Wirbelstromverlustfaktor etwa 1...2% zu niedrig. Wir sehen also, daß im allgemeinen der Wirbelstromverlustfaktor nach Abb. 8 und 9

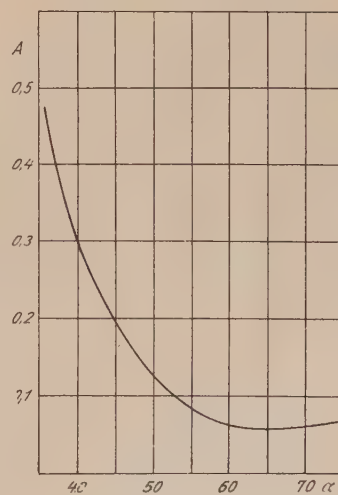


Abb. 13

als Durchschnittswert ziemlich genau sein wird, wobei wir jedoch noch den Einfluß der Nutung usw. als Zusatzverluste in einer späteren Arbeit berücksichtigen müssen.



1,4) Die Synchronmaschine

Die Berechnungsmethode der Wirbelstromverluste in gesättigten synchronen Maschinen kann auf ähnliche Weise vorgenommen werden. Auch hier soll der Einfluß der Nutung später als Zusatzverlust behandelt werden und zunächst ein ideeller Anker angenommen werden.

Als ersten Fall wollen wir die Feldverteilung als eine sinusförmige MMK betrachten, die Induktion ändert sich nach der Sättigung. Dieser Fall wurde im

oder auch weniger, und daher wollen wir eine reine Sinusform der MMK annehmen.

Das Feld erzeugt eine EMK und die Spannung an den Klemmen hat meistens eine fast reine Sinusform. Wir sehen spezielle Wicklungen vor, damit auch bei nicht rein sinusförmiger Feldverteilung, Sättigungseinfluß usw. die Spannung doch sinusförmig erscheint. Da die Oberwellen der Spannung sehr klein sind, können sie vernachlässigt werden. Es soll jetzt die Maschine normal belastet werden, wobei auch weiterhin die Spannung und auch der Strom Sinusform aufweisen; alle zeitlichen Oberwellen sollen vernachlässigt werden bzw. der Einfluß dieser Oberwellen auf die magnetische Feldverteilung in der Maschine.

Der Strom im Anker erzeugt bekanntlich eine Rückwirkung, deren Phase vom Leistungsfaktor abhängt. Die Feldverteilung (MMK) hat in Wirklichkeit keine Sinusform, ist aber eine Dachkurve. Dieses Problem dürfte bekannt sein und wurde in vielen Büchern behandelt. Um jedoch die Oberwellen zu verkleinern, werden spezielle Wicklungen (verkürzter Schritt, Bruchlochwicklungen usw.) angewandt, dadurch werden auch die Oberwellen der MMK sehr klein und können meistens vernachlässigt werden. Wir nehmen also an, daß die MMK des Ankerfeldes eine reine Sinuswelle ist, der Fehler dürfte ziemlich klein sein.

Die resultierende MMK erzeugt das Luftspaltfeld. Die magnetische Beanspruchung im Anker bzw. in den Zähnen hängt jedoch nicht nur von der resultierenden Feldverteilung ab, sondern auch vom durch die Nutenstreuung erzeugten Feld. D. h. wir müssen einen Teil der Ankerstreuung — Stirnstreuung — als magnetische Linien betrachten, die die Sättigung nicht beeinflussen. Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, daß die

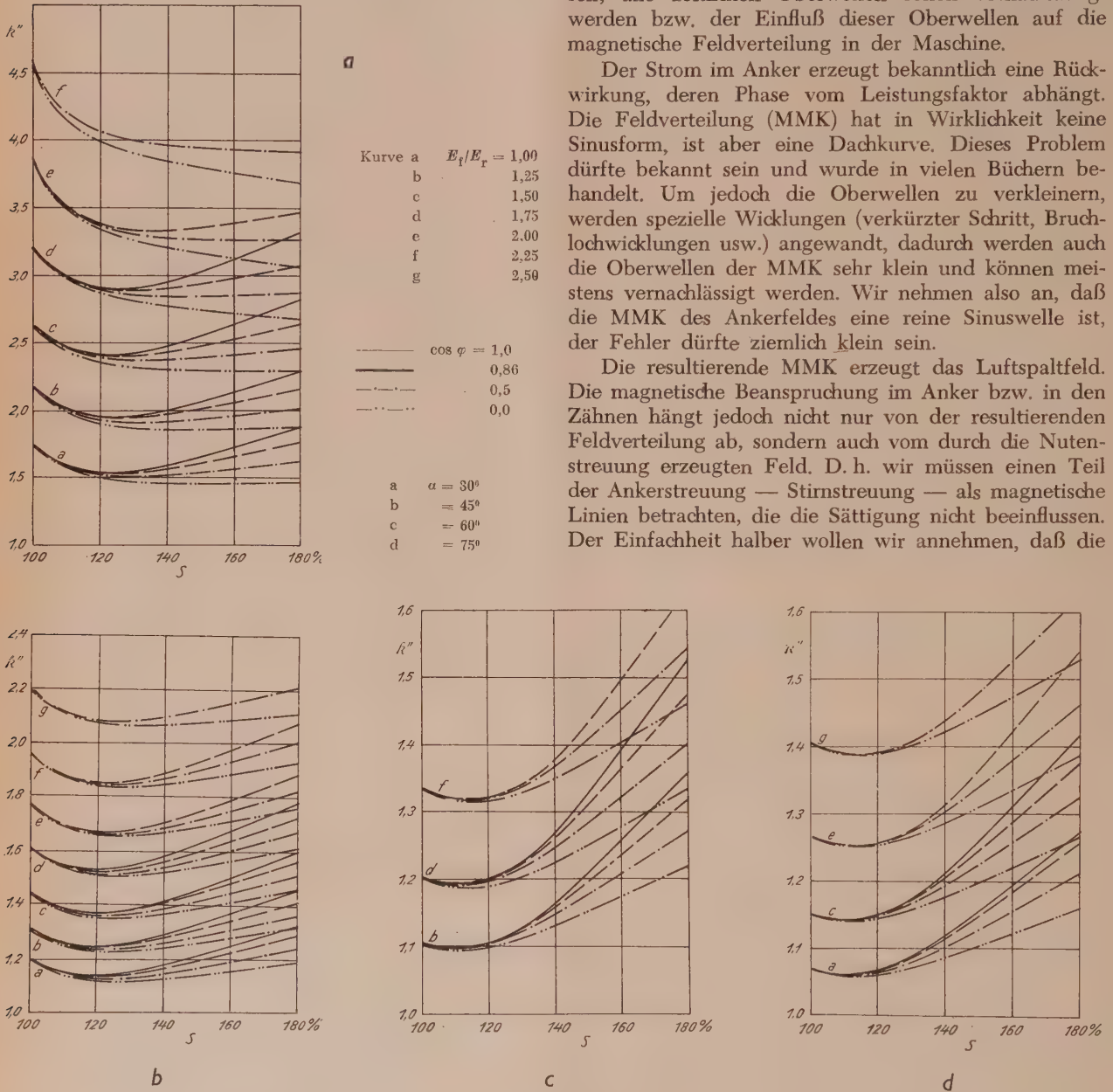


Abb. 14

Abchnitt 1,2) näher beschrieben. An sich kann jeder Turbogenerator auf diese Weise behandelt werden. Die Feldverteilung ist meistens eine Treppenkurve und deren MMK hat eine angepaßte Sinusform, wie Abb. 10 zeigt. Wie wir früher gesehen haben, ist der Berechnungsfehler des Wirbelstromverlustfaktors etwa 3%

Nutenstreuung auch eine sinusförmige Verteilung am Ankerumfang aufweist, was nur ungefähr stimmen dürfte.

Die Berechnung des resultierenden Feldes der nicht gesättigten Maschine (s. Abb. 11) — Vollpolmaschine — dürfte wohl bekannt sein [4], [5], wobei



$$E_t/E_r = F \cdot \left(1 + \frac{\eta}{1 + \varepsilon}\right)$$

(7)

eine Funktion vom Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  ist, und

$$\eta = I \cdot (X_a + X_{sN})/U \text{ und } \varepsilon = I \cdot X_{ss}/U$$

(7a)

bedeuten.

Der Faktor  $F$  wurde in der Literatur öfters berechnet und ist für Vollpolmaschinen fast keine Funktion von  $\eta$  und  $\varepsilon$  und nur eine Funktion vom Leistungsfaktor. Auch für Maschinen mit ausgeprägten Polen ist dies fast der Fall, wobei jedoch die Abwei-

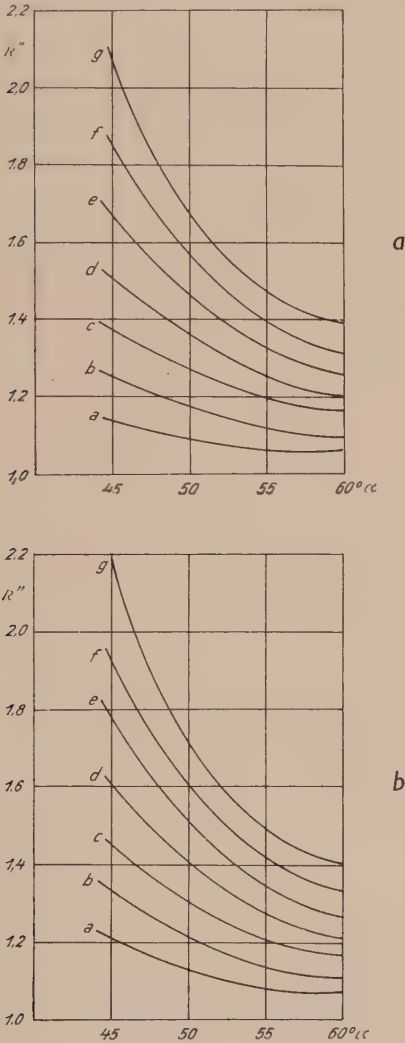


Abb. 15

a	Sättigung 100 %
b	Sättigung 120 %

für alle $\cos \varphi$	Kurve a	$E_t/E_r = 1,00$
	b	1,25
	c	1,50
	d	1,75
	e	2,00
	f	2,25
	g	2,50

chungen etwas größer sind. Da die Berechnungsmethode in der Literatur zu finden ist, soll hier nur in Abb. 12 das Resultat, d. h.  $F = f(\cos \varphi)$  angegeben werden.

Die resultierende MMK, die die wirkliche magnetische Beanspruchung im Anker erzeugt, hat also eine Sinusform und daher wird die Verteilung der Induktion als eine verflachte Sinuskurve erscheinen. Die Be-

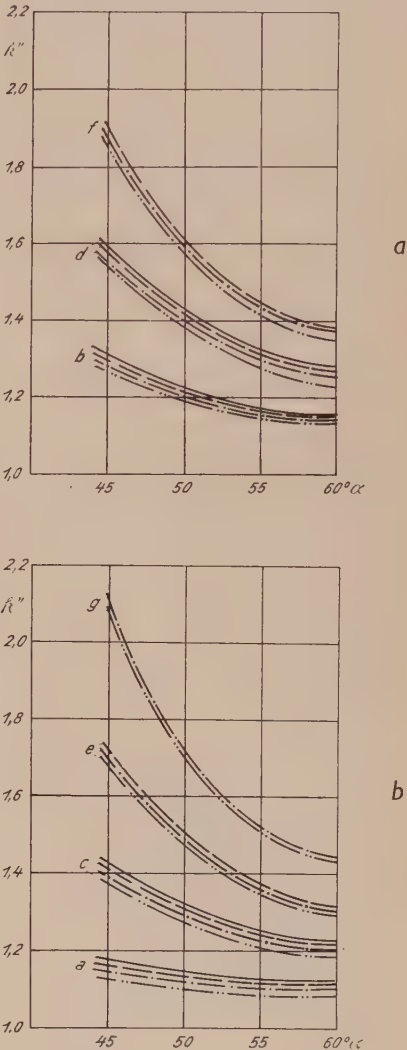


Abb. 16. Sättigung 140 %

rechnung des Wirbelstromverlustfaktors ist ähnlich wie bei der nicht belasteten Maschine und kann der Abb. 3 als Funktion des Sättigungsgrades entnommen werden. Der wirkliche Sättigungsgrad kann aus dem Vektor-Diagramm abgelesen werden.

Anders sind die Verhältnisse in synchronen Maschinen mit ausgeprägten Polen. Hier ist die Feld-MMK eine trapezförmige Kurve, wie bei der Gleichstrommaschine und die Anker-Rückwirkung kann als eine reine Sinusverteilung angenommen werden. Trotzdem erhalten wir die Spannung und den Strom als reine oder fast reine Sinuskurve und Oberwellen, die sehr klein sind, können und sollen vernachlässigt werden. Dies bedeutet jedoch, daß die Hauptwelle der Feldverteilung sich wie bei der Vollpol-Maschine verhält und zusammen mit der Ankerrückwirkung und dem Nutzenstreufeld ein resultierendes Feld erzeugt, welches uns den Sättigungsgrad, wie oben beschrieben, an-



gibt. Die Oberwellen der Feldverteilung, die jetzt aber dem Verhältnis  $E_t/E_r$  proportional sind, erzeugen erhöhte Wirbelstromverluste. Es wird nämlich das totale Feld der Erregung (in MMK)

$$F_t = F_1 \cdot \sin \alpha + F_3 \cdot \sin 3 \alpha + F_5 \cdot \sin 5 \alpha + \dots \tag{8a}$$

und die Ankerrückwirkung (inklusive Nutenstreuung)

$$F_a = a \cdot F_1 \cdot \sin (\alpha - \varphi) \tag{8b}$$

und dies bedeutet, daß das resultierende Feld

$$F_r = F_1 \cdot [\sin \alpha - \sin (\alpha - \varphi) + F_3 \cdot \sin 3 \alpha + F_5 \cdot \sin 5 \alpha + \dots] \tag{8c}$$

ist und jetzt kann der Wirbelstromverlustfaktor berechnet werden. Es wird

$$k'' = 1 + (E_t/E_r)^2 \cdot A, \tag{8}$$

wobei

$$A = 9 \cdot (B_3/B_1)^2 + 25 \cdot (B_5/B_1)^2 + 49 \cdot (B_7/B_1)^2 + \dots \tag{8d}$$

ist.

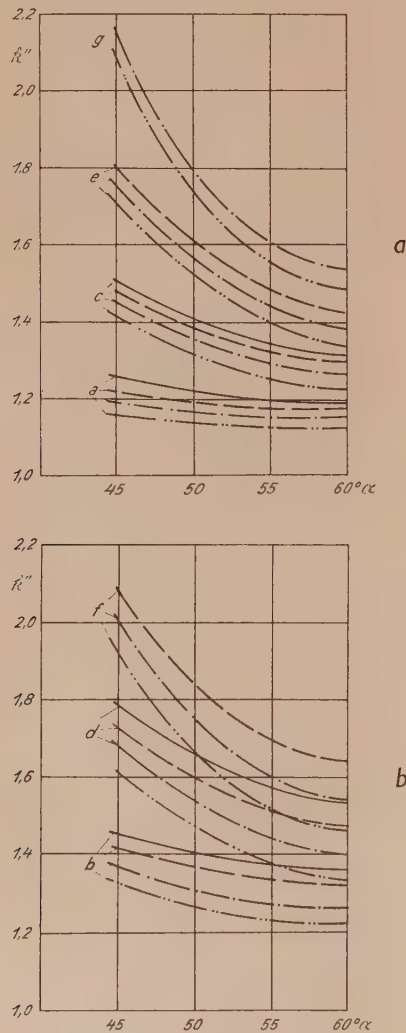


Abb. 17. Sättigung 160 %

Dies bedeutet, daß auch bei nicht gesättigten Maschinen der Wirbelstromverlustfaktor eine Funktion der Polteilung (Winkel  $\alpha$ ) und auch eine Funktion der Belastung ist. Abb. 13 zeigt den Faktor „A“ und auch

der Wirbelstromverlustfaktor  $k''$  kann jetzt für jede Lastbedingung für  $E_t/E_r$  berechnet werden.

Nun soll aber auch der Einfluß der Sättigung berücksichtigt werden. Hierzu wurden viele Induktionskurven für verschiedene Trapeze (Winkel  $\alpha$ ), wie auch

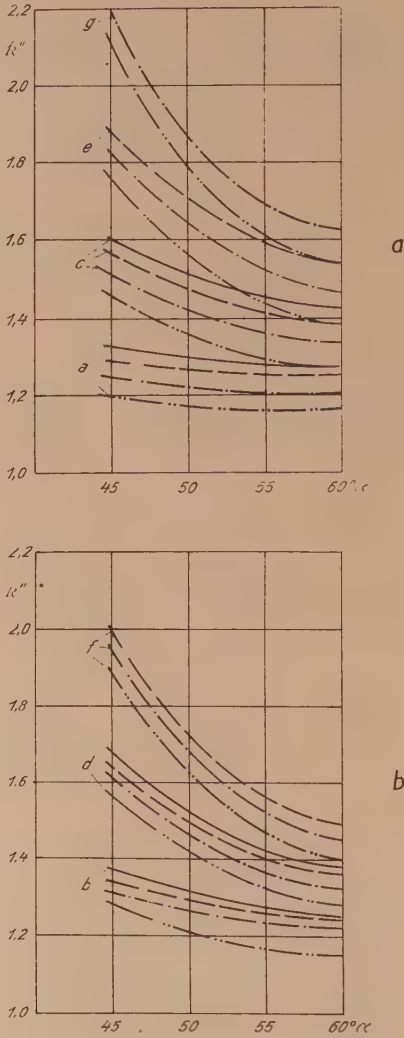


Abb. 18. Sättigung 180 %

—	$\cos \varphi = 1,0$	Kurve a	$E_t/E_r = 1,00$
—	0,86	b	1,25
- · - · -	0,5	c	1,50
- · - · -	0,0	d	1,75
		e	2,00
		f	2,25
		g	2,50

für verschiedene Leistungsfaktoren  $\cos \varphi$  und Belastungswerte  $E_t/E_r$  auf graphischem Wege berechnet und mit Hilfe der digitalen Rechenmaschine analysiert. Das Resultat sehen wir zunächst in Abb. 14, nämlich den Wirbelstromverlustfaktor  $k''$  als Funktion des Trapez-(Polschuh-)Winkels  $\alpha$  für verschiedene Werte des Leistungsfaktors und des Belastungsgrades  $E_t/E_r$ . Auch den Abb. 15, 16, 17 und 18 kann der Wirbelstromverlustfaktor für dieselben Veränderlichen entnommen werden. Es ist interessant, daß mit steigender Sättigung zunächst der Wirbelstromverlustfaktor kleiner wird. Die scharfen Ecken der trapezförmigen Feldverteilung werden durch die gesättigte magnetische Cha-



rakteristik abgeflacht, dies bedeutet zunächst kleinere Oberwellen. Die Induktionsverteilung wird ähnlich einer Sinuskurve, die jedoch mit weiter steigender Sättigung meistens abgeflacht wird, und daher wird jetzt auch der Wirbelstromverlustfaktor größer.

Da alle Maschinen Innen- oder Außenanker sind, müssen wir einen durchschnittlichen Wirbelstromverlustfaktor für mittlere Sättigung berechnen, wie dies im Abschnitt 1,2) gezeigt wurde.

### 1,5) Die Induktionsmaschine

Die Frage der Feldverteilung bei Induktionsmaschinen ist eine ziemlich komplizierte, wurde jedoch sehr genau in der Literatur behandelt. Hier haben der Stator und auch der Rotor eine dreiphasige Trapezoid-Verteilung, ähnlich wie die Ankerrückwirkung bei Synchronmaschinen. Wir wollen nur dreiphasige Maschinen behandeln, da der Einfluß der Sättigung auf den Wirbelstromverlustfaktor nur bei größeren Maschinen von Bedeutung sein dürfte. Wenn wir jetzt den Rotor als Schleifringanker annehmen, und da der Rotorstrom, also auch die MMK, gegenüber der Stator-MMK räumlich verschoben ist, entstehen zwei Felder bzw. zwei MMK-Verteilungen, wie in Abb. 19 gezeigt, wobei wir mit

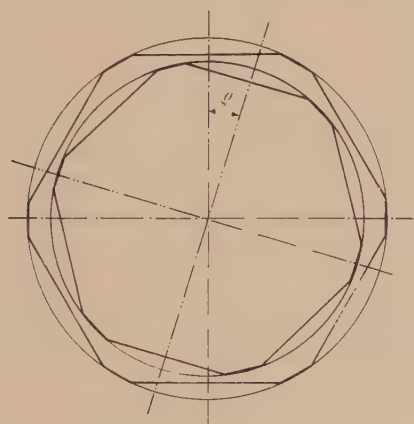


Abb. 19

Hilfe des Georgesdiagramms eine etwas verkürzte Wicklung (die meistens angewandt wird) angenommen haben. Die Berechnung solcher Felder muß natürlich von Fall zu Fall vorgenommen werden, und da der Winkel zwischen dem Stator und dem Rotorstrom sich mit der Belastung ändert, scheint es, daß unsere Aufgabe sehr schwer zu lösen ist. Glücklicherweise können wir auch hier die Oberwellen der Stator- und Rotor-MMK vernachlässigen, da deren Einfluß auf den Wirbelstromverlustfaktor sehr klein ist. Felder wurden wirklich berechnet und es scheint, daß meistens der Fehler in der Bestimmung des Wirbelstromverlustfaktors im Vergleich mit sinusförmiger Verteilung kaum mehr als 1...2% sein dürfte. Wir wollen daher auch hier reine sinusförmige MMK-Verteilung annehmen. Die Oberwellen der MMK-Verteilung werden besonders bei Kurzschlußankern klein, da sich die Rotorströme in den Ankerstäben so einstellen, um eine minimale Abweichung vom Sinusfeld zu erreichen (Dämpfung der Spaltstreuung [6]).

Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Feldverteilung nach Abb. 19 die Spaltstreuung stark beeinflusst, d. h., daß die Sättigung des Eisens einen Einfluß auf die Spaltstreuung ausüben muß und auch auf die Zahnpulsationswärme und besonders auch auf die asynchronen und synchronen Rüttelkräfte. Diese Probleme sollen späteren Arbeiten vorbehalten werden. Jetzt wollen wir ideale nichtgenutzte Anker im Stator und Rotor annehmen.

Wenn wir also annehmen, daß die MMK-Verteilung im Stator und im Rotor sinusförmig ist, so wird auch die resultierende MMK des Erregerfeldes eine Sinusform aufweisen — daher können wir den Einfluß der Sättigung auf den Wirbelstromverlustfaktor nach (4) berechnen und der Abb. 3 entnehmen. Diese Berechnung der Wirbelstromverluste dürfte jedoch nur bis auf einen Fehler von 1...2% stimmen.

Es entsteht die Frage, was wir unter Sättigung verstehen. Wie wir schon aus früherer Behandlung wissen, trägt die Nutenstreuung zur Sättigung bei, daher müssen wir für das Stator- wie auch für das Rotorfeld in beiden Fällen die jeweilige Nutenstreuung vektoriell addieren. Wir erhalten dabei verschiedene Sättigungsgrade für das Stator- und Rotoreisen. Da jedoch die Wirbelstromverluste im Rotor dem Quadrat der Ummagnetisierung proportional sind und wir meistens Verluste für Vollast berechnen, können die Wirbelstromverluste vernachlässigt werden, da die Rotor-Ummagnetisierungs-Frequenz der Schlupffrequenz proportional ist.

### 1,6) Schlußbetrachtungen

Wie wir am Anfang betont haben, ist eine genaue Lösung der Wirbelstromverluste bei gesättigten elektrischen Maschinen kaum möglich. Es scheint jedoch, daß, wenn wir einen Fehler von 3...5% zulassen, die obige Methode mit Erfolg angewandt werden kann. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Eisensättigung großen Einfluß auf die Zusatzverluste hat und dieses Problem soll in einer weiteren Arbeit näher beschrieben werden.

Bevor ich den ersten Teil der Arbeit über Einflüsse der Eisensättigung abschließe, möchte ich dem Computer Center des Carnegie Instituts of Technology und besonders dem Computer Center der Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburgh, USA, für die Hilfsbereitschaft, wie auch für die Benutzung der digitalen Rechenmaschine danken, da die Berechnung des Wirbelstromverlustfaktors nur auf diese Weise ermöglicht wurde.

#### Schrifttum

- [1] R. RICHTER: Elektrische Maschinen, Bd. I, S. 157. Springer-Verlag. 1924.
- [2] L. DREUFUS: A. f. E., (1915), S. 99.
- [3] R. RUEDENBERG: ETZ, (1915), S. 22.
- [4] J. BEN URI: J. Ass. Eng., (1947), S. 7.  
F. OLLENDORF: A. f. E., (1928), S. 6.  
E. WEBER: A. f. E., (1927), S. 201.
- [5] R. RICHTER: Elektrische Maschinen, Bd. III.
- [6] J. BEN URI: E und M, 74. Jg. (1957), S. 217.



## Der Axialfeder-Gewichtsausgleich

Von H. ANGEL, Wien

DK 621.828.3-272  
621-755

Für den Gewichtsausgleich einer an einem Hebel hängenden konstanten Last sind Hebelfeder ausgleiche bekannt, welche ihr Lastausgleichsmoment aus mehr oder minder einfachen oder zusammengesetzten Zug- oder Druckfeder-Kombinationen herleiten. Bei diesen Anordnungen liegen die genannten Federn in der

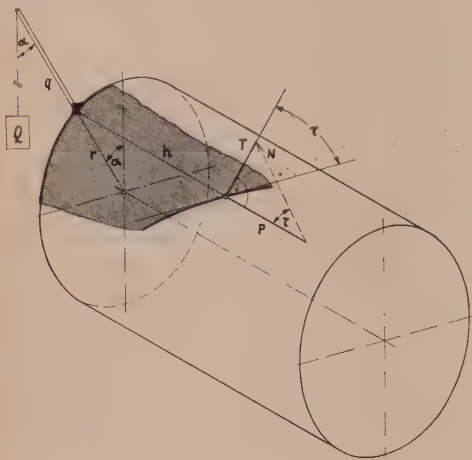


Abb. 1

Ebene der Hebelbewegung. Der einfachste Vertreter dieser Art von Ausgleichen, welcher den Vorzug hat, mathematisch exakt über den gesamten Bereich von  $0-\pi-2\pi$  zu arbeiten, ist im deutschen Reichspatent Nr. 936 966 ausführlich behandelt. Grundgleichungen und Konstruktionsformeln siehe auch Aufsatz „Der

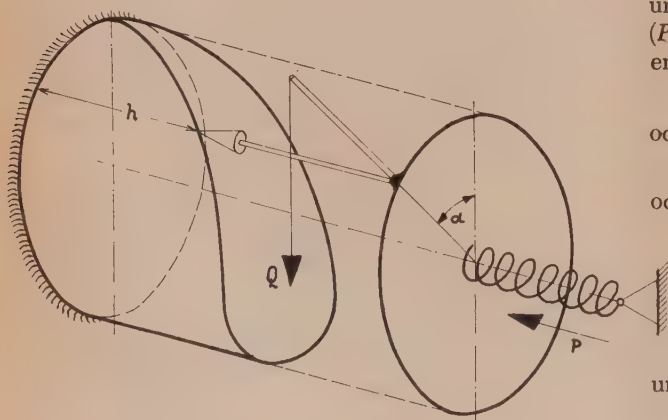


Abb. 2

logarithmische Federausgleich“, E und M, 77. Jg. (1960), H. 1.

Bei der Auslegung dieser Federausgleiche treten häufig Schwierigkeiten bei der Unterbringung der Ausgleichsfeder auf, wobei im bereits oben zitierten Patent der Ausweg dadurch gefunden wird, daß die Ausgleichskraft erst nach Umlenkung durch ein Zugmittel von einer außerhalb des Wirkungsdreieckes Mittelpunkt M — Angriffspunkt der Ausgleichskraft A — Festpunkt der Ausgleichskraft B befindlichen Feder abgeleitet

wird. Sind die auszugleichenden Lasten klein, und wird auf eine besonders raumsparende Bauweise, die zudem zu formschönen Gebilden führen soll, Wert gelegt, so kann man mit größerem Vorteil den im folgenden beschriebenen „Axialfederausgleich“ anwenden.

### 1) Ableitung der Urfunktion für den Axialfederausgleich

Unter Berücksichtigung der Beschriftung der Abb. 1 beträgt das auszugleichende Lastmoment:

$$M_{\text{Last}} = Q \cdot q \cdot \sin \alpha,$$

wogegen das Ausgleichsmoment  $M_{\text{Ausgl}} = T \cdot r$  ist.

Aus  $\triangle TPN$  ist  $\frac{T}{P} = \tan \tau$ , worin  $\tan \tau$  die Steigung der Berührungskurve im Berührungspunkt darstellt.

Aus dem Momentvergleich Lastmoment = Ausgleichsmoment folgt:

$$Q \cdot q \cdot \sin \alpha = T \cdot r = r \cdot P \cdot \tan \tau, \quad (1)$$

$\tan \tau$  ist jedoch die Steigung im Berührungspunkt und daher der Differentialquotient

$$\tan \tau = \frac{dh}{r \cdot d\alpha}$$

und dies im obigen Vergleich (1) eingesetzt ergibt:

$$Q \cdot q \cdot \sin \alpha = r \cdot P \cdot \frac{dh}{r \cdot d\alpha}.$$

Nach der Trennung der Variablen erhält man:

$$Q \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha = P \cdot dh, \quad (2)$$

und da  $P$  durch eine Axialfeder hergestellt werden soll ( $P = k_f \cdot h$ ), ergibt sich die Differentialgleichung für die erforderliche Abtastkurve mit:

$$Q \cdot q \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha = k_f \cdot h \cdot dh \quad (3)$$

oder

$$C + Q \cdot q \cdot \int \sin \alpha \cdot d\alpha = k_f \int h \cdot dh$$

oder

$$C - Q \cdot q \cdot \cos \alpha = k_f \cdot \frac{h^2}{2}$$

oder

$$h^2 = \frac{2}{k_f} \cdot (C - Q \cdot q \cdot \cos \alpha)$$

und daraus:

$$h = \sqrt{\frac{2}{k_f} \cdot (C - Q \cdot q \cdot \cos \alpha)}. \quad (4)$$

Dies ist die allgemeine Form der Abtastkurve, wenn  $P$  eine linear zunehmende Federkraft darstellt, und wenn die Bedingung des mathematisch genauen Lastausgleiches über den gesamten Winkelbereich von  $\pi = 0 \div \pi \div 2\pi$  gelten soll.

Im speziellen Fall sei bei  $\alpha = 0$  auch  $h = 0$  (Anfangsbedingung aus Symmetriegründen) und dies in die allgemeine Lösung eingesetzt, ergibt für  $C$  die folgende Bestimmungsgleichung:

$$0 = \sqrt{\frac{2}{k_f} \cdot (C - Q \cdot q \cdot 1)}$$



oder

$$C = Q \cdot q,$$

$h$  lautet also weiterentwickelt:

$$h = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$$

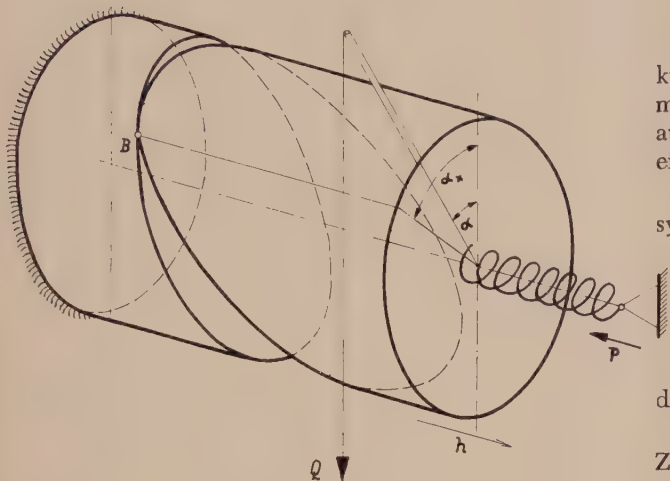


Abb. 3

oder weiter

$$h = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (5)$$

Diese Lösung sähe in der praktischen Darstellung wie folgt aus (Abb. 2).

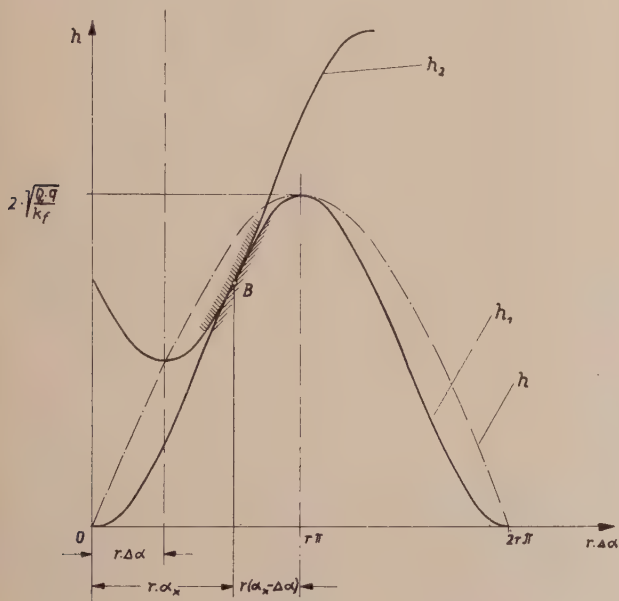


Abb. 4

Sowohl Abtastkurve als auch Abtastvorrichtung wären nur mit kostspieligem Aufwand herzustellen und es hätte daher eine solche Konstruktion wenig praktische Bedeutung.

Für die praktische Verwendbarkeit des bisher nur mathematisch beschriebenen Axialfederausgleiches, dem, wie gezeigt, eine relativ einfache Funktion zugrunde liegt, muß, um diesen praktische Bedeutung erlangen zu lassen, eine leicht herstellbare billige Konstruktionsanordnung gefunden werden.

## 2) Das symmetrische Paarungssystem

Aus den oben genannten Gründen scheiden Abtastkurven, wie die in der vorigen Skizze dargestellte mathematische Urfunktion des axialen Federausgleiches, aus. Vor allem ist die unstetige Spitze der  $h$ -Funktion ein konstruktives Hindernis.

Nach systematischer Suche eines anderen Paarungssystems für Abtastkurve und Tastelement bietet sich das praktisch einfach herzustellende Paar zweier gleicher gegeneinander gerichteter ebener Zylinderschnitte an (Abb. 3).

Dieses Paar erfüllt mathematisch exakt durch sein gegenseitiges Zusammenwirken die notwendige  $h$ -Funktion. Beweis wie folgt:

Zur übersichtlichen Betrachtung seien die beiden Zylindermäntel, in die Ebene abgewickelt und gegen-

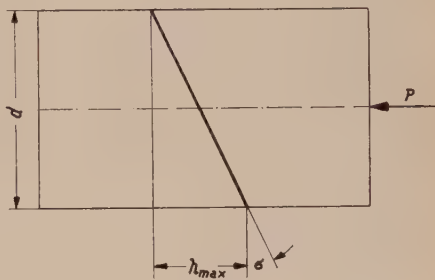


Abb. 5

einander um den allgemeinen Betrag  $r \cdot \Delta \alpha$  verschoben, in der Abbildung 4 dargestellt:

Die Gleichung des feststehenden Zylinderschnittes (Ausgangspunkt in 0) lautet:

$$h_1 = \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot (1 - \cos \alpha_1)$$

und jene für den verschobenen, den ersten berührenden Zylinderschnitt lautet:

$$h_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot [1 - \cos (\alpha_1 - \Delta \alpha)] + \Delta h.$$

Die Berührungsbedingung kann in diesem einfachen Falle elementar dargestellt werden und lautet für die Berührungsstelle  $\alpha_x$ :

$h_{1x} = h_{2x}$  (Koordinatengleichheit im Berührungspunkt),

$2 \alpha_x - \Delta \alpha = \pi$  (Symmetriebedingung, da 2 gleiche Cosinuskurven), also:

$$\sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot (1 - \cos \alpha_x) = \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot [1 - \cos (\alpha_1 - \Delta \alpha)] + \Delta h$$



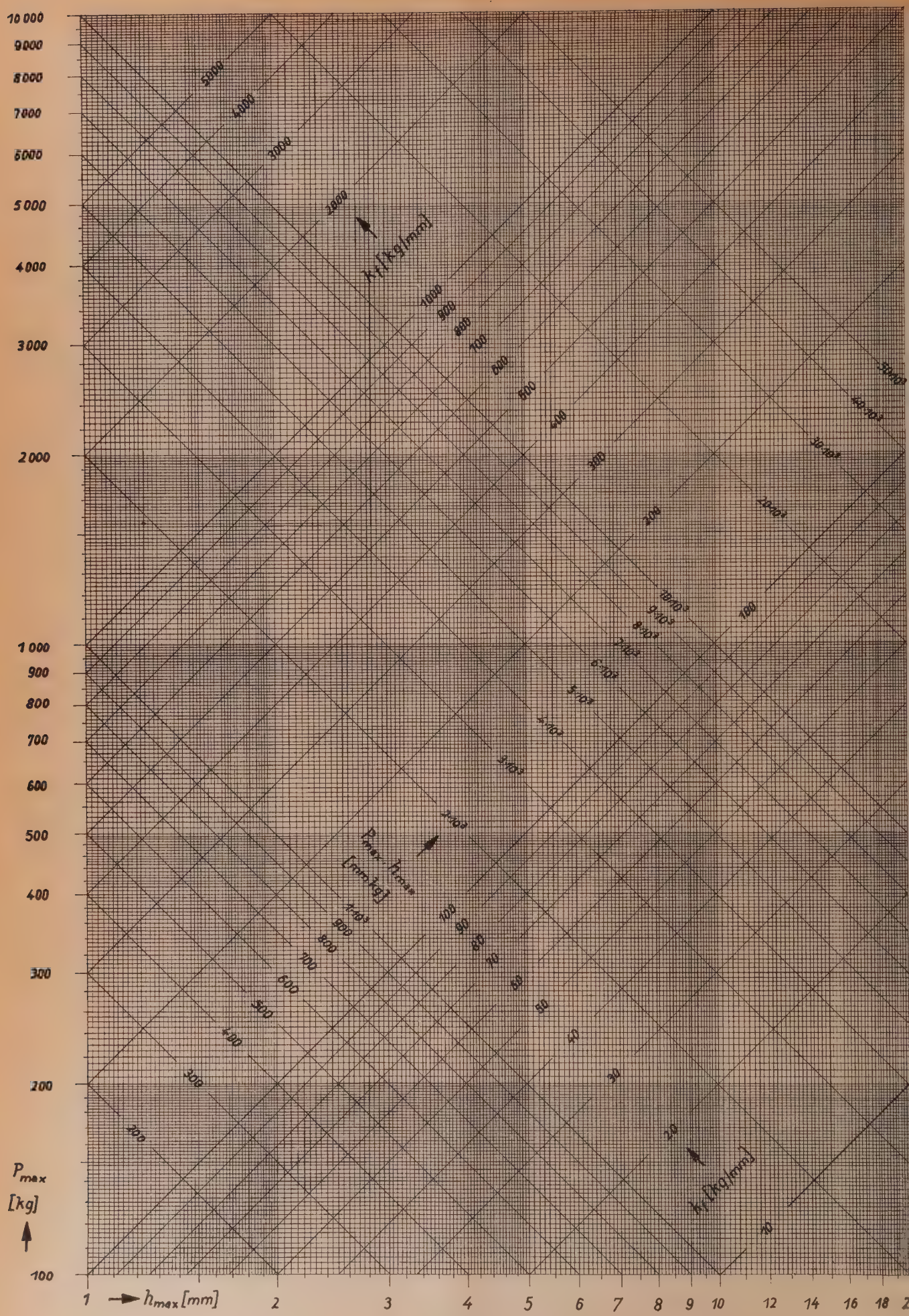


Abb. 6



oder

$$\Delta h = \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot [-\cos \alpha_1 + \cos (\alpha_1 - \Delta \alpha)]$$

$$= \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot \left[ + 2 \cdot \sin \frac{2\alpha_1 - \Delta \alpha}{2} \sin \frac{\Delta \alpha}{2} \right],$$

also endlich

$$\Delta h = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot \sin \frac{\Delta \alpha}{2}. \quad (6)$$

Dieses Gesetz stellt also die auftretende Axialverschiebung dar, wenn zwei gleiche Zylinderschnitte gegeneinander unter dauerndem Berührungsschluß koaxial verdreht werden. Es stimmt wie durch Vergleich mit (5), der Sollbedingung für den axialen Federausgleich, überein, wenn man für  $\Delta h \rightarrow h$  und  $\Delta \alpha \rightarrow \alpha$  setzt, was zu beweisen war.

### 3) Die Konstruktionsformeln für das symmetrische Paarungssystem

Zur Auslegung eines Axialfederausgleiches benötigt man einige Konstruktionsformeln, welche sich aus den vorangegangenen Ableitungen einfach ergeben:

Aus der Urfunktion (5) des axialen Federausgleiches

$$h = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

ergibt sich augenscheinlich für  $\alpha = \pi$

$$h_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}}, \quad (7)$$

die Schnitthöhe, ferner:

$$\operatorname{tg} \sigma = \frac{h_{\max}}{d} = \frac{2}{d} \cdot \sqrt{\frac{Q \cdot q}{k_f}}, \quad (8)$$

der Schnittwinkel.

Bei Vorliegen eines bestimmten Schnittes ist die notwendige Federkonstante  $k_f = \frac{4}{h_{\max}^2} \cdot Q \cdot q$ . Die maximale Federkraft beträgt:

$$P_{\max} = k_f \cdot h_{\max} = 2 \cdot \sqrt{Q \cdot q \cdot k_f} = 4 \cdot \frac{Q \cdot q}{h_{\max}}. \quad (9)$$

In der skizzierten Ausgangsstellung (Last vertikal über Drehachse) ist die Federspannung  $P_0 = 0$ , in der Stellung  $\pi$  tritt dagegen der maximale Normaldruck  $N_{\max} = P_{\max}$  auf.

Trennt man in der letztgenannten Gleichung die Bekannten von den Unbekannten, so gelangt man zur Beziehung:

$$P_{\max} \cdot h_{\max} = 4 Q q. \quad (10)$$

An Hand von Federtabellen, welche sowohl das  $P_{\max}$  als auch das  $k_f$  enthalten, kann man sich nun leicht eine passende Feder wählen. Zweckmäßig geschieht dies mit Hilfe des Diagramms Abb. 6, welches im logarithmischen Maßstab als von links oben nach rechts unten laufende Funktionsgerade  $P_{\max} \cdot h_{\max}$  und von links unten nach rechts oben die Funktionsgeraden für  $k_f$  enthält. Jeder Schnittpunkt gibt für eine bestimmte Angabe gemäß (10) ein erforderliches  $k_f$  an und gestattet gleichzeitig die Ablesung von  $P_{\max}$  und  $h_{\max}$ . Die Handhabung dieses Systems ist daher unter Heranziehen einer Federtabelle denkbar einfach.

## Lecksuche mit radioaktivem Natrium-24 in einem Heizungssystem

Von O. BOBLETER und K. BUCHTELA, Wien

DK 621.643.2.004.64 : 697.334.004.64 : 621.039.85

Als die Installationsfirma Ferenczy, Schrems, und die Direktion des Werkes Felten & Guillaume, Schrems-Eugenia, an uns herantraten, um ein Leck am Heißwasser-Heizungssystem mit radiochemischen Methoden zu suchen, erschien uns diese Aufgabe auch wissenschaftlich interessant, da nach unserem Wissen bisher in Österreich noch keine Untersuchung eines solchen Falles vorlag. Es ist jedoch bekannt, daß in den Ländern, die schon seit längerer Zeit über Atomreaktoren und damit über verhältnismäßig billige radioaktive Isotope verfügen, entsprechende Untersuchungen schon seit einigen Jahren durchgeführt werden.

Die Methode ist außerordentlich empfindlich und kann daher noch bei Trinkwasserleitungen angewendet werden<sup>1)</sup>. Ein angenommenes Beispiel sei zur Erläuterung angeführt:

2 000 m<sup>3</sup> Leitungswasser wird ein Curie (das sind  $2,2 \times 10^{12}$  Kernzerfälle pro min) einer radioaktiven Natriumverbindung (Na-24) gleichmäßig zugeführt. Die sogenannte spezifische Aktivität ist nach gleichmäßiger Verteilung des Isotops nur mehr 0,5 µc/l (ein Mikrocurie =  $10^{-6}$  Curie).

<sup>1)</sup> S. JEFFERSON: Leak detection in water mains' using radioisotopes. AERE I/R (1956), S. 1693.

Die ständig maximal zulässige Konzentration für Na-24 ist aber 8 µc/l, d. h. die zulässige Konzentration ist um mehr als das 10fache höher als die im Versuch angenommene. In 1 cm<sup>3</sup> dieser Flüssigkeit finden demnach immer noch 1 100 Kernzerfälle pro Minute statt, eine Zerfallsrate, die sich noch recht gut nachweisen läßt.

Üblicherweise werden jedoch auch diese schwach radioaktiven Wässer in unbenutzte Leitungsabschnitte oder Gruben geleitet. Nach 6 Tagen ist auf Grund des natürlichen Zerfalles nur mehr ein Tausendstel der ursprünglichen Aktivität vorhanden, so daß solche Wässer ohne jegliches Risiko abgelassen werden können. Häufig chloriert man die Experimentierflüssigkeit so stark, daß die Gefahr eines eventuellen Genusses weitgehend reduziert wird.

Vorwiegend wird Natrium-24 (Na-24) z. B. in der Form des NaHCO<sub>3</sub> (Natriumbicarbonat) für solche Zwecke eingesetzt.

Natrium-24 bietet gegenüber anderen Radionukleiden eine Reihe von Vorteilen:

(1) Es kann billig in Atomreaktoren hergestellt werden. Das natürlich vorkommende Na-23 wandelt sich im Neutronenfluß der Reaktoren zu einem verhältnis-



mäßig großen Ausmaß in radioaktives Na-24 um, während die übrigen Elemente der obigen Verbindung fast überhaupt nicht aktiviert werden.

(2) Na-24 sendet 2 energiereiche Gammastrahlen (1,4 und 2,8 MeV) aus, die auch nach Durchdringen dickerer Erd- bzw. Betonschichten nachgewiesen werden können. 7 cm Beton schwächen die Strahlungsintensität auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes ab, 14 cm dementsprechend auf ein Viertel usw.

(3) Die Halbwertszeit ( $t_{1/2}$ ) mit 15 h ist sehr günstig. Dauert eine Untersuchung z. B. 15 h, so ist nach dieser Zeit immer noch die Hälfte der Aktivität vorhanden. Demgegenüber ist aber nach 30 h die Aktivität auf ein Viertel der Ausgangsaktivität abgesunken und nach 150 h ist weniger als ein Tausendstel der ursprünglichen Aktivität vorhanden.

(4) Natrium bildet zahlreiche lösliche Salze; es besteht daher keine Gefahr, daß sich an den Leitungen schwer lösliche Natriumverbindungen absetzen, die dadurch falsche Ergebnisse vortäuschen könnten.

(5) Eine gesundheitliche Gefährdung kann leicht ausgeschlossen werden. Na-24 gehört zur Gruppe der wenig gefährlichen Radionukleide. Auf Grund internationaler Empfehlungen werden daher auch verhältnismäßig hohe Werte als maximal zulässige Konzentrationen für Trinkwasser für dieses Isotop angegeben ( $8 \mu\text{C/l}$ ).

## 1) Aufgabenstellung

In der Firma Felten & Guillaume, Schrems-Eugenia, N. Ö., wurde ein täglicher Verlust von etwa 300 l Wasser aus dem Heizungssystem festgestellt. Die gesamte Heißwasser-Heizungsanlage faßt eine Wassermenge von 10 000 l. Die Untersuchung mußte so angestellt werden, daß die eventuelle Leckstelle unter rund 50 cm Erdrich und zusätzlich 10 cm Beton nachgewiesen werden konnte. Da fast über alle Leitungsführungen ein Betonfußboden verlegt ist, sollte mit der verhältnismäßig kostspieligen Leitungsfreilegung erst begonnen werden, wenn durch die radioaktive Meßmethode bestimmte Stellen verdächtig wurden.

In Abb. 1 sind ein Lageplan des Werkes und die Leitungsführung des Heizsystems wiedergegeben.

## 2) Untersuchungsmethode

Wenn ein Radioisotop von einer bestimmten Entfernung und hinter einem abschirmenden Material (z. B. Erdrich und Beton) nachgewiesen werden soll, müssen eine Reihe von Faktoren berücksichtigt werden:

(1) Die Strahlungsintensität einer punktförmigen Quelle nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab, d. h. daß in der doppelten Entfernung nur mehr ein Viertel der Aktivität gemessen werden kann. Da es sich beim Austritt aktiven Wassers an einer Leitung nicht um eine wirkliche Punktquelle handelt, stimmt die Überlegung natürlich nicht ganz genau. Es wurde aber festgestellt, daß bei Leckstellen, die von Erdrich umgeben sind, der größte Teil des Isotops in der Nähe der Leckstelle zurückgehalten wird. Man kann daher in den meisten Fällen die unter diesem Punkt beschriebene Überlegung ohne große Fehler anwenden.

(2) Auch sehr energiereiche Gammastrahlen werden durch entsprechend dicke Abschirmmaterialien in ihrer

Intensität sehr geschwächt. Die Natrium-24-Strahlung verliert nach etwa 10 cm Erde die Hälfte der Intensität, dementsprechend mißt man nach 20 cm Erde nur mehr ein Viertel des ursprünglichen Wertes. Wenn es sich um eine annähernd punktförmige Quelle handelt, muß auch

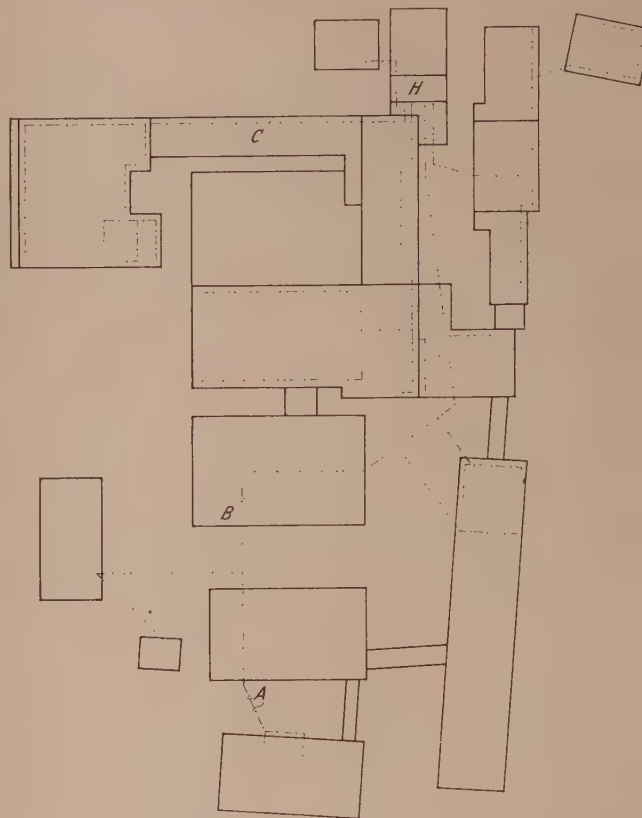


Abb. 1. Lageplan des Werkes Felten & Guillaume. Die gestrichelten Linien sind die fast durchwegs im Boden (mit Betonauflage) verlegten Heizwasserleitungen, A, B und C sind die Stellen, an denen Lecks gefunden wurden. Das Heizhaus ist mit H bezeichnet

noch die Intensitätsabnahme mit der Entfernung nach Punkt (1) berücksichtigt werden.

(3) Wenn das Experiment mit Na-24 z. B. 15 h, also eine Halbwertszeit, in Anspruch nimmt, so ist nach dieser Zeit auch nur mehr die Hälfte der Aktivität vorhanden.

(4) Treten, wie in unserem Fall, von den vorhandenen 10 000 l aktiven Wassers pro Tag 300 l aus dem Leitungssystem aus, so kann pro Halbtage (ungefähre Versuchsdauer) nur ein Verlust von 1,5% erwartet werden.

Aus diesen Punkten läßt sich berechnen, daß wir etwa 1,5 c Na-24 von dem zur Zeit nächstgelegenen energiestarken Atomreaktor, von München-Garching<sup>2)</sup>, beziehen mußten, um mit einer möglichst großen Sicherheit 2 bis 3 eventuell zu erwartende Leckstellen nachweisen zu können.

Am ersten Arbeitstag (19. September 1960) wurde mit einem Lastkraftwagen, der in der Mitte eines etwa 8 m<sup>3</sup> großen Holzverschlages einen Isotopenbleibehälter

<sup>2)</sup> Den Herren der Isotopenstelle der Reaktorstation München-Garching sind wir für ihre Unterstützung zu besonderem Dank verpflichtet.



mit 17 cm Manteldicke fixiert hatte, die radioaktive Natriumverbindung antransportiert. Der Wagen war deutlich als Isotopentransport gekennzeichnet. Ein ausgebildeter Radiochemiker fuhr als Begleitperson mit. Die Transportgenehmigung des Bayrischen Innenministeriums lag vor.

Zur selben Zeit wurden die Versuchsvorbereitungen im Werk getroffen: Die Heizung wurde abgestellt, das Expansionsgefäß vom System getrennt und letzteres verschlossen. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, das Heizwasser unter erhöhten Druck setzen zu können und damit einen vergrößerten Leckverlust zu erzwingen.

Im Heizhaus wurde ein radiochemischer Arbeitsplatz (Abb. 2) eingerichtet. Wie aus Abb. 3 hervorgeht, ist eine Arbeitsfläche 3, die mit einer Kunststoffwanne versehen ist, vor dem Heizsystem 1 aufgebaut. Eine Polyäthylenfolie ist über der Arbeitsfläche bis zum Einfüllstutzen des Mischgefäßes gezogen, um eventuell verschüttete aktive Tropfen auffangen zu können. Vor der Arbeitsfläche und dem Mischgefäß 2 ist eine Bleiziegelwand 8 aufgebaut, die ein Bleiglasfenster 7 und drei Kugelgelenke für Manipulatoren 6 eingesetzt erhalten hat. An das Mischgefäß ist eine Druckwasserleitung 10 angeschlossen. Vom Mischgefäß bis zum Heizsystem verläuft eine durchsichtige Leitung (Kunststoffschlauch). Ein Dreiweghahn läßt die Möglichkeit offen, das Wasser des Mischgefäßes ablaufen lassen zu können.

Radioaktive Isotope liegen häufig in so geringen Mengen vor, daß sie an den Gefäßwänden abgeschieden werden. Um sie in Lösung halten zu können, werden daher sogenannte Träger zugeführt.

Als Träger werden nichtaktive Verbindungen verwendet, die den aktiven chemisch entsprechen. In unserem Fall wurde nichtaktives  $\text{NaHCO}_3$  eingesetzt, um das aktive  $\text{Na}^{24}\text{HCO}_3$  in Lösung zu halten. Man hat festgestellt, daß  $0,15 \text{ mg/cm}^3$  Trägersubstanz genügen, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

Bevor die aktive Verbindung an der Arbeitsstelle eintraf, wurde das Heizwasser mit der halben berechneten Menge Trägersubstanz versehen. Dieser ganze Vorgang wurde in der gleichen Art durchgeführt, wie er später mit dem Radioisotop gemacht werden sollte. Dadurch konnte die Zweckmäßigkeit der Arbeits- und Manipulationseinrichtung geprüft und die einzelnen Handgriffe konnten eingeübt werden.

Nach dem Eintreffen der radioaktiven Verbindung wurde:

Der Bleibehälter zum Arbeitsplatz gebracht und geöffnet.

Die Aluminiumkapsel, in der das aktive  $\text{NaHCO}_3$  war, wurde in einem Spannkopf hinter die Bleiziegelwand gesetzt und fixiert.

Mit einer Manipulations-Metallsäge konnte die Aluminiumkapsel geöffnet werden.

Mit Hilfe der beiden Greifer wurde dann der Inhalt auf ein Uhrglas gegeben.

Von diesem Uhrglas verteilte man die aktive Substanz auf 6 bereitstehende, mit einer Trägerlösung und etwas Essigsäure versehene Bechergläser. Der Inhalt der Bechergläser wurde in den Mischbehälter gegossen; ebenso die Flüssigkeitsmenge, die durch das Spülen der Bechergläser angefallen war. Vor dem Verschließen des Mischgefäßes wurde noch Farbstoff zu-

gesetzt, um an dem durchsichtigen Schlauchstück eine visuelle Kontrollmöglichkeit für die Einfüllung der aktiven Lösung in das Heizsystem zu haben.

Die Druckwasserleitung wurde aufgedreht und langsam der Inhalt des Mischgefäßes in das Heizsystem eingelassen.

Zwei Umwälzpumpen sorgten für eine rasche und gleichmäßige Verteilung im System.

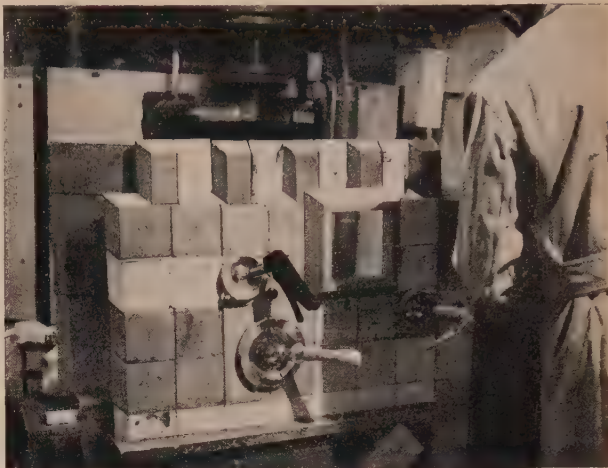


Abb. 2. Die Bleiziegelwand des Arbeitsplatzes mit den Manipuliergeräten und dem Bleiglasfenster

Nachdem, durch den Farbstoff angezeigt, die aktive Lösung im Heizsystem war, wurden die wesentlichen Leitungsführungen mit 2 tragbaren Strahlungsmeßgeräten (einem Geiger-Müller- und einem Szintillations-

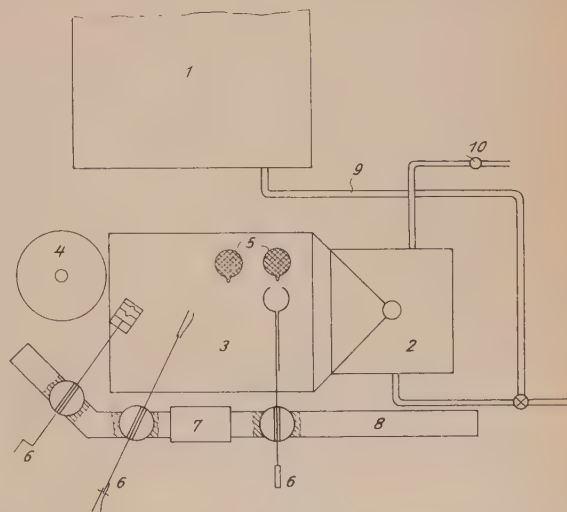


Abb. 3. Schematische Zeichnung des Arbeitsplatzes für die Einbringung der aktiven Na-24-Verbindung in das Heizsystem

1 Heizsystem, 2 Mischbehälter, 3 Arbeitstisch, 4 Isotopenbehälter, 5 Bechergläser, 6 Greifer, 7 Bleiglasfenster, 8 Bleiziegelwand, 9 Polyäthylenschlauch, 10 Druckwasseranschluß

Zähler) abgegangen. In regelmäßigen Abständen wurden die Meßwerte der beiden Geräte auf dem Boden vermerkt. Gleichzeitig konnte dabei die Leitungsführung genau festgelegt werden.



Durch die Anwendung erhöhten Druckes trat an den Leckstellen offenbar wesentlich mehr Flüssigkeit als unter Normalbetrieb aus. An 2 verdächtigen Stellen, einem zugänglichen Hahn und einer Bodenstelle, konnte daher schon nach 2 h etwas ausgetretene Flüssigkeit festgestellt werden. Die geringen Proben, die entnommen wurden, erwiesen sich als einwandfrei radioaktiv.

Nachdem die Aktivität 8 h unter Druck im System umgepumpt wurde, konnte mit dem Ablassen des aktiven Wassers begonnen werden. Dafür standen 2 Gruben zur Verfügung, die teilweise mit Sägespänen gefüllt waren, um die aktiven Verbindungen aufnehmen zu können. Die Leitungen wurden anschließend nochmals gespült.

Als Ergebnis der Untersuchung konnte festgestellt werden:

1. Die Hauptleckstelle (A in Abb. 1) konnte durch die Messung erhöhter Aktivität und durch den Nachweis, daß die Feuchtigkeit in der Leitungsnähe aktiv war, gefunden werden. Nach Freilegung der Rohrleitung trat ein starker Wasserstrahl aus.

2. Durch starke Aktivitätsanzeigen wurden wir auf einen Hahn (B in Abb. 1) aufmerksam, der merkliche Mengen Heizwasser verlor.

3. Nach Ablassen der aktiven Flüssigkeit wurde noch eine weitere Tropfstelle an einer freiliegenden Leitung durch ihre Aktivität angezeigt (C in Abb. 1).

4. Die übrige im Boden verlegte Leitung zeichnete sich noch während des Ablaßfortganges so deutlich ab, daß ihre Funktionstüchtigkeit bewiesen erschien.

5. In einzelnen Heizkörpern blieb auch nach dem Ablassen der Flüssigkeit eine deutliche Restaktivität zurück. Dieser Sachverhalt deutet auf eine starke Verlegung bzw. Korrosion der entsprechenden Heizelemente hin.

### 3) Sicherheitsmaßnahmen

Der Transport der Natrium-24-Verbindung entsprach den Bayrischen Verordnungen (in Österreich ist bis jetzt noch kein Strahlenschutzgesetz bzw. keine Strahlenschutzverordnung erlassen worden) und der Auskunft des zuständigen Ministeriums: Außerhalb des verschlossenen Laderaums wurden nicht mehr als 0,8 mr/h (Milliröntgen/Stunde) als Strahlungsdosis gemessen. Der Lastwagen war als Isotopentransport gekennzeichnet. Aufschriften wiesen darauf hin, daß bei einem Unfall die nächste Polizeistelle bzw. das bayrische Innenministerium zu verständigen sei. Ein ausgebildeter Fachmann begleitete mit einem Strahlenmeßgerät den Transport.

Über die ganze Zeit der Untersuchung wurden von einer Person nur 40 mr an Strahlungsdosis aufgenommen. Die maximal zulässige Wochendosis für Beschäftigte in Strahlenbetrieben beträgt aber nach internationalen Empfehlungen 300 mr.

Während der Untersuchung war das ganze Werk außer Betrieb und daher von der Belegschaft geräumt. Die Gruben, in die die aktive Flüssigkeit abgelassen wurde, waren in sicherer Entfernung von den Betriebsarbeitsplätzen. Die Füllung mit Sägespänen war so berechnet, daß die gesamte Aktivität an ihnen absorbiert wurde (0,05 Äquivalent/kg). Nach Abschluß der Untersuchung wurden die Gruben zugeschüttet. Durch den Zerfall des Na-24 ist nach 10 Halbwertszeiten (also nach 150 h) nur mehr ein Tausendstel der ursprünglichen Aktivität vorhanden.

Wir möchten nicht versäumen, unseren Dank der Direktion des Werkes Felten & Guillaume, Schrems-Eugenia, für ihre aufgeschlossene und entgegenkommende Art auszusprechen.

Besonders sind wir auch den Herren der Firma Ferenczy, Schrems, N.Ö., für ihre tatkräftige Unterstützung zu Dank verpflichtet.

## Rundschau

### Astronomie

DK 523.164

**Anlagen und Ergebnisse der Radioastronomie.** Von W. STANNER, Garmisch-Partenkirchen.

Die Radioastronomie arbeitet im Wellenlängenbereich von etwa 1 cm bis herauf zu 15 m. Hauptsächlich kommt die Auswertung der von extraterrestrischen Objekten (Planeten, Mond, Sonne, Kometen, Gasnebel, interstellares Gas) kommenden Strahlungen in Betracht. Für die astronomisch näheren Objekte im Weltraum (Mond, Meteore, Sonne, Venus, Satelliten) kommt auch die Radar-Erfassung in Betracht. Beim Erdmond ergaben die Radarerprobungen von sehr leistungsstarken Geräten, daß 50% der Rückstrahlleistung von einer Mondhaube kommen, die nur einen Durchmesser von 340 km, also einem Zehntel des Monddurchmessers hat. Statt der Radarimpulse wurden auch mit Sprache und Bildimpulsen modulierte Träger auf die Mondoberfläche gestrahlt und die Rückstrahlung empfangen. Die Ergebnisse zeigen, daß es grundsätzlich möglich ist, den Mond als Relaisstelle zum Überbrücken der Ozeane im Zuge interkontinentaler Richtfunkstrecken einzusetzen. Um dabei allerdings auf die international üblichen Pegelwerte am Ende der Strecke zu kommen, bedarf es noch erheblicher Anstrengungen. Auch die Meteorströme werden mit Radar laufend weiter erforscht. Es hat sich erwiesen, daß

die kritische Geschwindigkeit von rund 72 km/s praktisch nicht überschritten wird. Alle beobachteten Meteore stammen also aus dem Sonnensystem. Nicht unbeachtet darf bleiben, daß Meteorbahnen bei Verkettung ungünstiger Umstände auch einmal Flugziele vortauschen könnten. Geübte Beobachter verstehen selbstverständlich Meteore von Raketen zu unterscheiden. Die künstlichen Satelliten brachten anfangs bei der Ortung mancherlei Schwierigkeiten, die jetzt jedoch überwunden sind. Neuerdings laufen auch Erprobungen von Satelliten für interplanetare Nachrichtenverbindungen, für Meteorologie und für Fernnavigation. Die Radarkontrolle dieser Objekte ist nur mit den größten Radargeräten möglich, da die Rückstrahlquerschnitte sehr klein sind. Von den beiden Nachbarplaneten der Erde konnte der Radarkontakt bisher nur bei Venus nachgewiesen werden. Die Eigenstrahlungen der Planeten wurden in verschiedenen Frequenzbereichen ausgemessen. Eigenartige impulsförmige Strahlungen im Meterwellenbereich sind noch weitgehend ungeklärt. Für die radioastronomische Untersuchung der Sonnenoberfläche wurden Größtbasispeiler mit Ausdehnungen von mehreren hundert Meter gebaut, die Nadeldiagramme von nur 3 Bogenminuten Breite liefern. Damit ist eine ziemlich scharfe Abtastung der Sonnenoberfläche möglich.

In der Milchstraße liefern die Wasserstoffatome eine Strahlung, die 1 420,405 76 MHz beträgt. Die Struktur der Atome gewährleistet die Konstanz über Jahrmillionen hin-



weg. Die Rotation der Milchstraße ergibt freilich Frequenzverschiebungen, die wertvolle Aufschlüsse über die Rotationsrichtung geliefert haben. Auch von dem Spiralnebel im Abstand von einigen Millionen Lichtjahren konnte diese Frequenz empfangen werden. Dabei hat sich die früher schon bei optischen Messungen gemachte Beobachtung bestätigt, daß die Frequenzverschiebung mit zunehmender Entfernung wächst. Die Vorstellung, daß unser ganzes Weltall in einer gewaltigen, alles Vorstellbare übersteigenden Ausdehnung begriffen ist, wird durch diese Beobachtungen erheblich untermauert.

(ETZ-B, 12. Jg. [1960], H. 4, S. 83...87, 5 Abb., 7 Qu.)

DK 621.396.9:629.19.077.2

#### **Erdsatelliten in der Nachrichtenübermittlung.** Von F. REICHEL, München.

Die General Electric & Co. hat einen Plan für die Gründung einer Gesellschaft bekanntgegeben, die den Zweck haben soll, ein System von Erdsatelliten zu schaffen und zu betreiben, welche der Nachrichtenübermittlung durch Telefon, Radio und Fernsehen dienen sollen. Die Gesellschaft, die als Communications Satellite, Inc., firmieren wird, soll für alle in- und ausländischen Unternehmen, welche die Absicht haben, sich auf diesem vielversprechenden Gebiet zu beschäftigen, zum Beitritt offen sein. Ähnliche Pläne sind während der letzten Monate auch von anderen amerikanischen Gesellschaften in Erwägung gezogen worden. Die General Electric & Co. ist jedoch die erste, deren Initiative auf diesem Gebiet bereits eine konkrete Form angenommen hat. Sie begründet diese Initiative mit der Notwendigkeit, der Gefahr vorzubeugen, daß dieses zukunftsreiche Gebiet von einem Unternehmer monopolisiert werde. Die Bildung eines „Pools“ zur Verwirklichung dieses Planes erscheint nach Ansicht der General Electric schon wegen der hohen Kosten, mit denen seine Ausführung verbunden sein wird, geboten. Diese Kosten werden von der Firma auf vier- bis fünfhundert Millionen Dollar veranschlagt, wobei ein solches System nach diesem Plan anfänglich aus zehn Satelliten und zwanzig Erdstationen bestehen soll. Dieser Plan ist von der General Electric & Co. in einer Eingabe an die Federal Communications Commission (FCC) skizziert worden, welche alle interessierten Unternehmen und Körperschaften aufgefordert hatte, ihr ihre Vorschläge über die beste Ausnutzung des Weltraumes für die Nachrichtenübermittlung durch Satelliten zu unterbreiten. Die National Aeronautics and Space Administration hat ihrerseits angeboten, auf Regierungskosten solche Satelliten zu installieren, welche Radiosendungen für Private übermitteln würden. Außer der General Electric & Co. hat eine Anzahl anderer Industriekonzerne und Gesellschaften der Nachrichtenübermittlung zum Problem der privaten Ausnutzung von Erdsatelliten in Eingaben an die FCC Stellung genommen. Hierbei sind scharfe Differenzen zwischen den meisten Gesellschaften der Nachrichtenübermittlung einerseits und den Industriekonzerne, denen die Lieferung der Satelliten und der damit zusammenhängenden Ausrüstungen zufallen würde, andererseits an den Tag getreten. So vertritt die American Telephone and Telegraph Co., welche an sich die Schaffung einer gemeinsamen „Satellitengesellschaft“ unterstützt, die Meinung, daß die Industrieunternehmen, welche die Ausrüstungen für ein Satellitensystem liefern, von der Teilnahme an einer solchen Gesellschaft ausgeschlossen sein müßten, die Beteiligung sollte vielmehr auf solche Unternehmen beschränkt werden, die bereits auf dem Gebiet der Nachrichtenübermittlung tätig sind.

Dieser Ansicht haben sich auch die General Telephone and Electronics Corp. sowie die International Telephone and Telegraph Co. mit ihrer Tochtergesellschaft, der American Cables and Radio Corp., angeschlossen. Hingegen steht die auf dem Gebiet der Entwicklung und Produktion

von Raketen und Satelliten führende Lockheed Aircraft Corp. ebenso wie die General Electric auf dem Standpunkt, daß Industrieunternehmen und sogar private Investoren zur Beteiligung an einer Weltraumgesellschaft aufgefordert werden sollten, wenn man verhindern wolle, daß das projektierte Satellitensystem von einem Konzern der Nachrichtenübermittlung — womit offensichtlich die American Telephone and Telegraph Co. gemeint ist — beherrscht werde. Ähnliche Befürchtungen hat auch die Radio Corp. of America in ihrer Eingabe an die FCC zum Ausdruck gebracht. Im übrigen veranschlagt Lockheed die Kosten des Satellitensystems auf 200...300 Mill. Dollar. Nach Ansicht der American Telephone könnte die Tätigkeit der in Aussicht genommenen Gesellschaft auf die Schaffung des Satellitensystems beschränkt bleiben, während die Erdstationen im Besitz und Betrieb der einzelnen Mitglieder der gemeinschaftlichen Gründung bleiben würden. Von den Konzernen der Nachrichtenübermittlung hat sich nur die Western Union Telegraph Co. der Ansicht der General Electric und Lockheed angeschlossen, daß auch Unternehmen der elektronischen Industrie zur Teilnahme an der geplanten Gesellschaft zugelassen werden sollten. Die Western Union beschuldigt offen die American Telephone and Telegraph Co. des Bestrebens, das künftige Satellitensystem monopolistisch beherrschen zu wollen. Im übrigen verdient noch die Meinung vermerkt zu werden, welche von der Verwaltung der General Electric in ihrer Eingabe an die FCC ausgesprochen wird und wonach es „unpraktisch und unerwünscht“ wäre, wenn das geplante Satellitensystem für die Nachrichtenübermittlung sich im Besitz eines einzelnen Staates befinden würde. Um seine Aufgabe zu erfüllen, müsse die Gesellschaft im Gegenteil einen globalen Charakter haben und auf einer aktiven Teilnahme anderer Länder basieren.

(Neue Zürcher Zeitung, 11. Mai 1961.)

## *Elektrische Maschinen*

DK 621.318.4.045:677.053

**Eine neue automatische Wickelmaschine** mit Programmzählwerk ist zum Wickeln von mehreren zusammenhängenden Träufelspulen, Feldspulen oder sonstigen Spulen vorgesehen, wobei sowohl die Abmessungen als auch die Windungszahlen gleich oder ungleich sein können. Die Verschiebung des Drahtführungsschlittens von Wickelkammer zu Wickelkammer erfolgt dabei automatisch (hydraulisch) und wird von einem elektrischen bzw. elektronischen Programmzählwerk gesteuert. Um den Übergang von Spule zu Spule immer an der gleichen Stelle zu gewährleisten, wird die Wickelspindel kurz vor Erreichung der jeweiligen Windungszahl abgebremst und für den Verschiebungsvorgang des Drahtführungsschlittens stillgesetzt. Dadurch ist es auch möglich, mehrere Drähte parallel zu wickeln und gemeinsam in die nächste Wickelkammer zu führen. Der maximale Wickeldurchmesser beträgt 300 mm. Stromaufnahme: 2,6 A, Anschlußspannung: 220/380 V, 50 Hz.

H. HEINER

## *Schalttechnik*

DK 621.318.56.066.6

**Relais für mehr als 10<sup>9</sup> Schaltungen.** Von H. HEINER, Krefeld.

Diese Relais, die nach einer neuartigen Konzeption arbeiten, ermöglichen Lebensdauern von mehreren Milliarden Schaltungen, was besonders bedeutsam ist für das Gebiet der Rechengeräte, des Fernmeldewesens sowie der elektrischen und elektronischen Meß-, Regel- und Steuerungstechnik.

Aufbau eines solchen Bauelementes: In dem Innern einer Feldspule liegt eine Glasampulle, in die die festen



und beweglichen Kontakte eingeschmolzen sind. Infolge Kapillarwirkung steigt das im unteren Teil der Schaltampulle lagernde Quecksilber nach oben und überzieht die Platinkontakte ständig mit einem dünnen Film. Dadurch erreicht man eine Erneuerung der Kontaktoberfläche bei jeder Schaltung, wodurch andererseits Lebensdauern von mehreren Milliarden Schaltungen möglich werden.

Bemerkenswert sind auch die übrigen technischen Daten dieser Relais: Erregerleistung 200 mW, bei einer anderen Baureihe 5 mW; Schaltleistung 250 VA (maximale Spannung an den Kontakten 500 V); Ansprechzeit 3...5 ms. Bei der Standardausführung HG-1000 beträgt die Schaltfrequenz 100 Hz, bei der Baureihe HGS-1000 sogar 200 Hz. Das Relais ist als Umschalter mit ein oder zwei möglichen Ruhelagen ausgelegt. Es werden polarisierte und nicht polarisierte Ausführungen geliefert. Da das Relais völlig prellfrei arbeitet, ist es hervorragend als Chopper geeignet. Es wird häufig in Fernmelde- und Rechengeralten sowie in der elektronischen Meßtechnik eingesetzt.

Durch die hermetische Kapselung der Kontakte können sich keinerlei schädliche Einflüsse der umgebenen Atmosphäre bemerkbar machen. Die Schaltampulle mit den Kontaktsätzen kann auch einzeln, ohne Feldspule, geliefert werden. Die Betätigung erfolgt in diesem Fall durch externe Dauer- oder Elektromagnete.

## Netzkommandoanlagen

DK 621.398 : 621.316.1

**Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlagen der BEWAG.** Von H. BENTERT, Berlin.

Der Autor beschreibt die im Jahre 1956 in Betrieb genommene 750-Hz-Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlage der Westberliner Stromversorgung, System AEG-Zellweger (s. hierzu auch *El. Wirtschaft*, 58. Jg. [1959], H. 1). Anschaffung und Betrieb der Einrichtung gestalten sich vor allem durch die Steuerung der öffentlichen Straßenbeleuchtung als wirtschaftlich, weil damit die Erneuerung des durch Kriegseinwirkung nahezu vollkommen zerstörten Beleuchtungs- und Betätigungs-Kabelnetzes vermieden werden konnte, welches etwa 2½-mal mehr gekostet hätte als die Rundsteueranlage. Die Beurteilung der Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Rundsteueranlage durch den Autor etwa für den Ausgleich der Belastungskurve durch Verbrauchersteuerungen, Steuerung der Haushaltgeräte (Herde, Kühlschränke, Wärmespeicher) sowie Tarifschaltung für den Bereich einer Großstadt ist bemerkenswert und möge a. a. O. nachgelesen werden.

Die Planung der Tf-Anlage erfolgte nach den starkstromtechnischen Gegebenheiten der BEWAG-50-Hz-Anlagen mit ihren 110/30/6 kV-Umspann- und Erzeugungseinrichtungen sowie ihrem 30- und 6-kV-Kabelnetz. An ein übergeordnetes 110-kV-Netz, das die Kraftwerke verbindet, sind 110/30-kV-Abspannanlagen angeschlossen, die einzelne, untereinander nicht verbundene, jedoch in sich vermaschte 30-kV-Netze speisen. Die innerhalb der 30-kV-Netzbezirke liegenden 30/6-kV-Abspannwerke versorgen wiederum einzelne untereinander nicht verbundene 6-kV-Netze, an welche die Hochspannungskonsumenten bzw. Anlagen für die Niederspannungs-Stromversorgung angeschlossen sind. In den 30/6-kV-Kabelabgängen sind Kurzschlußstrom-Begrenzungsdrosselspulen eingebaut.

Als Steuerfrequenz wurde 750 Hz gewählt, nachdem u. a. auch vorangegangene Versuche mit einer höheren Frequenz die Möglichkeit von Reihenresonanzerscheinungen im 30-kV-Netz ergeben hatten. Bei diesen Versuchen ergab sich übrigens die Proportionalität der Leitwerte bei der Versuchsfrequenz zu jenen bei 50 Hz. Von den theoretisch verfügbaren Einspeisemöglichkeiten in die 30- und 6-kV-Ebene wurde die letztere, und zwar auf sämtlichen 6-kV-Sammelschienen einschließlich Hilfssammelschiene gewählt; u. a. auch deswegen, weil die Leitwerte des übergeordneten

Netzes und damit die Tonfrequenzleistungsverluste an dieses um so höher werden, je höher die Einspeise-Ebene liegt. Die gewählte Frequenz von 750 Hz bedingt Parallelspeisung der Tonfrequenz-Energie in die Sammelschienen der betreffenden Einspeisepunkte.

Auf Grund der getroffenen Entscheidungen für die Einspeiseart und -ebene ergeben sich für das Westberliner Gebiet mit 22 Bezirken mit 6-kV-Abspannungen im Vollausbau mit einer installierten Versorgungsleistung von etwa 860 MVA, 77 Ankopplungen und 47 Tonfrequenz-Umformer mit einer Tf-Leistung im Endausbau von 3 500 kVA, das sind etwa 4‰ der installierten 50-Hz-Netzleistung. Dieser Wert bedeutet nahezu 100% Reserve; er kann aber durch Stufenschaltung der 750-Hz-Isoliertransformatoren reguliert werden und beträgt bei dem derzeitigen Ausbau für 11 Bezirke entsprechend 560 MVA installierter Leistung, 44 Ankopplungen und 24 Umformern bei einer Tf-Leistung von 2 250 kVA rund 2‰. Einen gewissen Einfluß auf die verhältnismäßig hohe Tf-Leistung hat u. a. der Umstand, daß mit einer möglichst geringen Typenzahl von Tf-Umformersätzen: 32 kW 50-Hz-Motor/ 25 kVA 750-Hz-Generator, 63-kW-Motor/100-kVA-Generator, 2 × 63-kW-Motor, 100-kVA-Generator — das Auslangen gefunden werden sollte; außerdem ist darin bereits eine Reserve bei Ausfällen infolge Maschinenschaden enthalten. Ferner beträgt der Anteil der Umformer an den Gesamtkosten der Tonfrequenz-Rundsteuerung einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz. Die Leerlaufspannung der Tonfrequenz-Generatoren beträgt 450 V. In jedem Werk sind mindestens zwei Maschinensätze vorhanden, welche über Sicherungen auf eine gemeinsame Tf-Sammelschiene speisen.

Die Ansprechempfindlichkeit der Empfänger wurde im Hinblick auf den Störpegel der Starkstromanlage und die Wählerumlaufzeit von 1 min mit 1,5...1,8 V festgelegt. Die Empfänger funktionieren auch noch einwandfrei bei höheren Tf-Spannungen, doch sollen diese unter 20 V bleiben, da sonst Frequenzfilter und Gleichrichter überbeansprucht werden können.

Die Phasenschieber-Kondensatorbatterien der BEWAG bzw. einzelner Großabnehmer sind je nach ihrem Aufbau durch Drosseln oder durch Sperrkreise gesperrt. Weitere EVU-eigene Batterien sollen in Zukunft nicht mehr aufgestellt werden, da deren Wirtschaftlichkeit auf Grund der Netzverhältnisse nicht mehr gegeben sei. Bei den Großabnehmern sei auch nur zum Teil der tarifliche Anreiz zur Kompensation gegeben. Es sei ferner nicht zu erwarten, daß sich diese Verhältnisse in absehbarer Zeit ändern.

Die vom Autor im Hinblick auf die Verwendung niedrigster Frequenzen erwähnte Serieneinspeisung der Tf-Ströme scheint nach Ansicht des Berichters vielleicht etwas zu pessimistisch beurteilt, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß seither auf dem Gebiete der TR-Technik mit niedrigsten Frequenzen gute Fortschritte gemacht worden sind (siehe Fachtagungsberichte und sonstige Veröffentlichungen). Die Forderung, daß der Versorgungsbetrieb vom TR-Betrieb nicht beeinflußt werde, müßte sich gegebenenfalls bei Serieneinspeisung auch für Stadtnetze in vernünftigen Umfang erfüllen lassen. Die Sicherheit der Einspeisewandler in den Transformatorabzweigen gegen Überbeanspruchung durch Überströme kann durch die Konstrukteure jedenfalls gewährleistet werden. Und schließlich ließe sich nach der Auffassung des Berichters und an Hand von technischen Angaben über das BEWAG-Netz, die er dem Autor verdankt, die Forderung nach einem Verhältnis der Tf-Impedanzen im ausgeregelten zum übergeordneten, durch Tonfrequenz nicht genutzten Netz von mindestens 10:1 auch ohne kostspielige und voluminöse Serienresonanzkreise wohl garantieren. Die Vorteile einer mit niedrigsten Tonfrequenzen erzielbaren praktisch uneingeschränkten Ausbreitungsgüte, der Vermeidung von Unzukömmlichkeiten durch Anschluß von Kondensatoren irgendwelcher Art (Phasenschieberbatterien, Leuchtstoffröhrenanlagen), und der mit zunehmender Phasenschieber-Kondensator-Leistung



anfallenden Tf-Leistungsreserve werden nicht ohne weiteres durch die konstruktiven und betrieblichen Erfordernisse und Kosten der Serieneinspeisungstechnik in Frage gestellt.

(AEG-Mitt. 49. Jg. [1959], H. 6/7, S. 303..311, 25 Abb., 2 Qu.)

H. KITTEN

## Nachrichtentechnik

DK 621.397.5 : 621.374.5 : 681.846.7

**Magnetbild-Aufzeichnung im Kurzschlußverfahren.** Von F. REICHEL, München.

Die Einführung der Magnetbild-Aufzeichnung hat für das Fernsehen die gleiche revolutionäre Bedeutung wie der Magnetton im Rundfunk. Sie ermöglicht die Aufnahme und beliebig häufige Wiedergabe jedes Fernsehprogramms ohne weitere Behandlung. Da auch Fachleute die Bildqualität kaum von der Originalsendung unterscheiden können und diese auf jeden Fall der optischen Filmaufzeichnung weit überlegen ist, werden schon heute über 760 Ampex-Geräte in der ganzen Welt zur Vorproduktion von Fernsehprogrammen verwendet. Alle Modernisierungen der Studionebauwerken werden unter Berücksichtigung der Magnetbild-Aufzeichnung geplant, und es besteht kein Zweifel, daß in nicht zu ferner Zukunft der überwiegende Teil aller Fernsehprogramme von Magnetbändern wiedergegeben werden wird.

Bisher hat es jedoch an geeigneten Geräten gefehlt, um Fernsehprogramme zu konservieren, damit sie auch für Kurzschluß-Fernsehanlagen dienen können, obwohl sich diese steigender Beliebtheit erfreuen und für viele Zwecke verwenden lassen. Schulen, Universitäten, Forschungsanstalten, Spitäler, militärische Ausbildungsstätten, Banken, Warenhäuser und andere Unternehmungen und Betriebe sind mit Kurzschluß-Fernsehanlagen versehen, die von einem Raum aus, etwa einem kleinen Studio, dem Operationssaal, Laboratorium, Atommeiler oder beliebigen anderen Stellen, das mit der Fernsehkamera aufgenommene Bild über Kabel auf beliebig viele Empfänger in anderen Räumen übertragen. Es wäre daher oft erwünscht, die Programme aufzuzeichnen, um sie später wiederholen zu können. Die üblichen Ampex-Geräte sind jedoch für diesen Zweck zu teuer, und ihre Bedienung sollte durch geschulte Kräfte besorgt werden. Auch die Filmaufzeichnung kommt nicht in Frage, da sie gleichfalls zu kostspielig und dazu noch qualitativ unbefriedigend ist.

Hier wird nun das neue von Ampex entwickelte Magnetbild-Gerät VR-8000 für das Kurzschluß-Fernsehen die gleiche Rolle spielen, wie das nichtprofessionelle Tonbandgerät für die Wiedergabe von Wort und Ton im Unterricht, in Industrie und Handel. Bei der Konstruktion des VR-8000 ging man von der Voraussetzung aus, daß sich die Fernsehübertragung im Kurzschlußverfahren nicht an die für den öffentlichen Dienst vorgeschriebene Normung halten muß. Man konnte daher die Geschwindigkeit des Bandablaufs verringern und auf 18,75 cm/s herabsetzen. Dabei ist es möglich geworden, auf einer normalen Spule von 31 cm Durchmesser Programme bis zu 2 h Dauer aufzuzeichnen. Außerdem können bis zu drei Tonspuren neben dem Bild festgehalten, nach Belieben gelöscht und neu geschrieben werden, ohne die Bildaufnahme zu beeinflussen, die ihrerseits gleichfalls gelöscht werden kann, womit das 5 cm breite Magnetband zur neuerlichen Verwendung bereit ist. Die Apparatur ist kleiner und ihre Bedienung ist einfacher als bei dem für den öffentlichen Fernsehdienst entwickelten Ampex-Gerät.

Der wichtigste Unterschied, der diese neue Konstruktion überhaupt erst ermöglicht, liegt in der Art der Bildaufzeichnung. Während beim Standardapparat vier rotierende Magnetköpfe das Bild in parallelen Zeilen aufzeichnen, ist beim VR-8000 nur ein einziger Magnetkopf vorhanden, der

das Band in einer Schraubenlinie spiralförmig abtastet. Trotz dieser Vereinfachung lassen sich Signale bis zu 5 MHz gleichmäßig aufzeichnen, während der Abfall bei 6 MHz weniger als 6 db beträgt.

Ampex hat zwar die Anschaffungs- und Betriebskosten noch nicht bekanntgegeben, stellt jedoch fest, daß sie für die Benutzer von Kurzschluß-Fernsehanlagen durchaus tragbar sein werden. Jede VR-8000-Magnetbildaufnahme läßt sich auf anderen Apparaten des gleichen Typs abspielen. In den USA erwartet man daraus große Vorteile vor allem für den Unterricht, da man die auf Band festgehaltenen Lektionen zirkulieren lassen kann.

(Neue Zürcher Zeitung, 27. April 1961.)

## Nachrichten aus Industrie, Gewerbe und Wirtschaft

DK 621.313.3.08 : 621.317.799

**Prüfung der Schutzmaßnahmen in Wechselstromnetzen nach VDE 0100/11.58<sup>1)</sup>**

Für die Prüfung der Schutzmaßnahmen in Wechselstromnetzen für 220 V und in Drehstromnetzen für 380/220 V wurde ein Prüfgerät PrS 220 entwickelt. Damit lassen sich Schleifenwiderstand, Erdungswiderstand, Fehlerstrom-Schutzschalter, Fehlerstrom-Schutzschalter, Isolationszustand, Standortwiderstand und Spannungen überprüfen bzw. messen. Die dazu erforderlichen Schaltungen des eingebauten Meßgerätes lassen sich einfach mit Druck-



Abb. 1

tasten anwählen. Es werden folgende technische Daten angegeben: Prüfstromstärke 10 A; direkte Ablesemöglichkeit aller Meßwerte auf ein und demselben Instrument; Ausgleich von Netzspannungsschwankungen von 180...240 V durch einen eingebauten Eichregler; Durchgangsprüfung mittels eingebauter Batterie (gasdichte Zelle 3 V, kann mit eingebautem Gleichrichter nachgeladen werden); mit einem stufenlosen regelbaren Drehwiderstand können Fehlerstrom-Schutzschalter mit Auflösung bei 1,5 und 3 A geprüft werden. Die Abmessungen des Geräts (Abb. 1) sind 350 × 220 × 110 mm; Gewicht etwa 4 kg.

Müller & Weigert OHG  
Nürnberg, Kleinreutherweg 88

<sup>1)</sup> Es wird darauf hingewiesen, daß in Österreich derzeit noch die VDE-Vorschriften vom Stande 10. April 1945, jedoch nach Maßgabe der Änderungen und Ergänzungen der Runderlasse des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau Nr. 1 bis 14, gelten.



## Buchbesprechungen

DK 629.19 (048.1)

**Handbuch der Astronautik**, Lfg. 3 (S. 65 bis 96) und Lfg. 4 (S. 97 bis 128). Herausgegeben von Prof. Dr. KARL SCHÜTTE, München, und HANS K. KAISER, Sonthofen (Allgäu). Konstanz: Akademische Verlagsges. Athenaion. 1960.

Die Fortsetzung des „Handbuches der Astronautik“ bringt in den Lieferungen Nr. 3 und 4 zwei Artikel in englischer und einen Artikel in deutscher Sprache. Gegen die Veröffentlichung englischer Beiträge ist kein Einwand zu erheben, weil heute für jeden Gebildeten und wissenschaftlich Interessierten die Kenntnis dieser Sprache Voraussetzung ist, um wissenschaftliche Literatur lesen zu können. Außerdem ist es ein allgemeiner Gebrauch wissenschaftlicher Handbücher, die Beiträge in der Sprache des Autors, zumindest aber in einer der Weltsprachen zu bringen.

Zunächst berichtet der bekannte Propagator der festen Raketentreibstoffe, A. J. ZAEHRINGER, Präsident der American Rocket Co., über Feststoffraketen in einer englisch abgefaßten Abhandlung. Die Sprache ist klar und präzise, die mathematischen Formeln sind ohne Ableitung angegeben. Eine Reihe guter Abbildungen, darunter 4 Photowiedergaben auf Hochglanzpapier, und Diagramme tragen zur Erläuterung des Textes bei.

An diesen Artikel schließt der deutsch verfaßte Beitrag „Flugleistungsberechnungen unbemannter Raketen“ von HERMANN STÜMKE, Stuttgart. Es werden die Grundlagen und mehrere Spezialfälle erörtert. Hierauf werden Methoden zur numerischen Integration von Bahngleichungen beschrieben und durchgerechnet. Der Leser wird über die Berechnung von Soll-Flugbahnen und über die Auswertung und Darstellung der Flugbahnberechnungen in einer Weise unterrichtet, die an seine physikalischen Kenntnisse immerhin gewisse Ansprüche stellt; dies ist jedoch zu begrüßen, da damit das Niveau des Handbuches eindeutig über das einer populären Darstellung hinausgehoben wird. Nach dem Studium dieses Artikels wird der aufmerksame Leser in der Tat die behandelten Probleme physikalisch, ballistisch und ingenieurmäßig verstehen. Damit wird aber die Aufgabe erfüllt, dem in einer anderen Sparte der Astronautik Tätigen gut fundierte Kenntnisse der beschriebenen, ihm weniger vertrauten Fragen zu vermitteln.

Den Abschluß der Lieferung 4 bildet ein englischsprachiger Artikel über Wärmeübertragungsprobleme bei Raketentriebwerken mit flüssigen Brennstoffen aus der Feder der amerikanischen Autoren S. G. SMITH und G. P. SUTTON (der zweitgenannte Verfasser war früher Präsident der American Rocket Society und ist Autor eines bekannten astronautischen Lehrbuches). Auch diese Fragen werden in ausgezeichnete Weise in ihren Grundlagen mit Hilfe von Diagrammen und Formeln dargestellt.

Aus den beiden vorliegenden Lieferungen ist ersichtlich, daß das Handbuch wirklich sein gestecktes Ziel erreichen wird, allen Jüngern der Astronautik einen Querschnitt durch das gesamte Gebiet zu geben, der beachtliches wissenschaftliches Niveau einhält. Alle Einzelbeiträge sind am Schluß mit Literaturverzeichnissen ausgestattet.

Die Herausgeber sind zu der wohl gelungenen Fortsetzung ihres Werkes zu beglückwünschen.

F. HECHT

DK 621.039.5 (048.1)

**Kernenergiekunde für Ingenieure**. Von G. CAHEN und P. TREILLE. 320 S., 104 Bilder, 43 Tafeln. Düsseldorf: VDI-Verlag Ges. m. b. H. 1960. Leinen DM 39,20.

Das vorliegende Buch stellt eine Übersetzung eines französischen Lehrbuches über Kerntechnik dar und vermittelt in den weiter unten angeführten Kapiteln dem Studenten —

und eigentlich nur diesem — die Grundlagen, auf welchen die Kerntechnik aufgebaut ist.

Im einzelnen ist das reichhaltige — auf bewußt niedrigem Niveau gehaltene — Material in folgende Großkapitel zusammengefaßt:

1. Zusammenfassung der wichtigsten Kenntnisse der modernen Physik.
2. Grundlagen der Kernphysik.
3. Kernreaktoren.
4. Materialeigenschaften.
5. Allgemeine Beschreibung von Reaktoren.
6. Strahlungsgefahren und Strahlungsschutz.
7. Strahlungsmessung.
8. Industrielle Anwendung der Kernenergie.
9. Industrielle Anwendung von Kernstrahlung.

Der Hauptvorzug dieser Übersetzung liegt wohl darin, daß dem deutschen Leser das gesamte Gebiet der Kerntechnik in der typisch französischen Art übermittelt wird. Das Buch stellt somit einen wertvollen Beitrag zu den Bestrebungen dar, die Kenntnisse der Kerntechnik zu internationalisieren. Ein kleiner Wermutstropfen haftet diesem Buch an, nämlich, daß man zu stark die Übersetzung merkt, und daß dadurch das flüssige Lesen etwas erschwert wird. Vor allem den Studenten der Kerntechnik wäre es zu empfehlen, sich mit dem Inhalt dieses Buches eingehend zu beschäftigen.

W. KUNZ

DK 061.23(100).055.5 : 621.311.16(048.1)

**U. C. P. T. E.-Jahresbericht 1959—1960**. Herausgegeben von der Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie. 81 Seiten mit zahlreichen Abb. und einem Anhang. Laufenburg (Schweiz). 1960.

Der soeben erschienene, wie immer ausgezeichnet redigierte und in 4 Sprachen abgefaßte Jahresbericht 1959/60 der U. C. P. T. E. bringt eine übersichtliche Darstellung und aufschlußreiches Zahlenmaterial über Tätigkeit und Erfolge dieser rührigen Organisation. Aus einem Bericht über die Stromerzeugung in den Wärmekraftwerken im Jahre 1959 mit Rückblick auf den Zeitabschnitt 1955—1959 ist zu entnehmen, daß der Anteil der thermischen Anlagen an der Deckung des Gesamtverbrauches wesentlich stärker zugenommen hat als jener der Wasserkraftwerke. Eine andere Studie befaßt sich mit der Größe der Belastungsänderungen; die darin enthaltenen Werte stellen eine statistische Grundlage für Überlegungen hinsichtlich der Regelung dar. Mit dem Schutz grenzüberschreitender Kuppelleitungen unter Verwendung von TIF-Signalverbindungen für den Leitungsschutz befaßt sich eine weitere Untersuchung, die für Betriebstechniker sehr interessante Erfahrungen und Ergebnisse bringt. Die Tätigkeitsberichte der drei Arbeitsgruppen zeigen, mit welchen wichtigen Betriebsproblemen die Experten aus den 8 Ländern beschäftigt sind; doch die Allgemeinheit am meisten interessierend sind wohl die Darlegungen über die Entwicklung des Stromaustausches in Europa. Die Summe der Austauschleistungen hat im Laufe der Jahre immer zugenommen und auch der Koeffizient des Verbundbetriebes (Verhältnis von Übertragungsfähigkeit der internationalen Verbindungen zur Höchstlast des Gesamtverbrauches) ist angestiegen. Der Ausnutzungsfaktor der Verbundleitungen (Verhältnis der Summe der Austausch-Maximalleistungen zur Übertragungsfähigkeit) ist etwa gleich geblieben, was eine harmonische Entwicklung bestätigt. Derzeit beträgt das Gesamtvolumen des Stromaustausches unter den U. C. P. T. E.-Staaten rund 3% des Verbrauches gegen 2,5% im Jahre 1953.

E. KÖNIGSHOFER



DK 621.313.2 (048.1)

**Gleichstrommaschinen.** AEG-Handbücher, Band 2. 148 S., 149 Bilder und 17 Tabellen. Berlin-Grünwald: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, 1960. DM 9,20.

Im vorliegenden Bändchen haben die Verfasser das Wesentlichste über die Gleichstrommaschine und ihre Anwendung gebracht.

Das Buch beginnt mit den Motoren und Generatoren, den Grundbegriffen, dem Aufbau und dem Betriebsverhalten der verschiedenen Ausführungen. Kurz werden die Ampidynen, Schweißgeneratoren und Kleinstmaschinen behandelt. Anschließend folgen Abschnitte über die Anwendung der Gleichstrommaschine für Industriebetriebe, Erläuterungen der verschiedenen Betriebsarten, Einfluß der zu bewegend Massen und wechselnden Drehmomente auf die Motorgröße. Die letzten Abschnitte besprechen Gleichstrommaschinen auf Schiffen, Gleichstrommaschinen für Bahnen und das Aufstellen, Inbetriebsetzen und Warten der Maschinen.

Der Planungsingenieur wird bei seiner Arbeit oft und gern dieses kleine Nachschlagewerk benutzen und manche Anregung für seine Aufgaben empfangen. Erfreulich ist auch die Tatsache, daß der Stoff mit vielen Abbildungen und Tabellen versehen wurde. Ein umfangreiches Sachverzeichnis erleichtert das Auffinden bestimmter Fachgebiete. Leider wurden bei der Angabe des Schrifttums nur Aufsätze der AEG berücksichtigt.

Bei der hohen Bedeutung, die der Gleichstrommaschine im Rahmen der Automatisierung zukommt, ist das Erscheinen des Buches sehr zu begrüßen. Dieses knapp gefaßte, leicht verständliche Nachschlagewerk gibt einen Einblick in viele Fragen der Gleichstrommaschine und ihrer Anwendung. Sein Inhalt ist so vielseitig und interessant, daß jeder Planungsingenieur es sicher gerne besitzen möchte.

J. ERICH

DK 621.398=2 (048.1)

**Switching Circuits and Logical Design.** Von SAMUEL H. CALDWELL. 686 S. New York: John Wiley & Sons, 1958. \$ 14,00.

Das Lehrbuch über den logischen Aufbau impulsbetätigter Schaltungen gibt eine umfassende Darstellung der Methoden zur Planung und Ausführung gesteuerter Schaltungen für stationäre Zustände wie auch für einen vorgegebenen Ablauf einer Reihe von Zuständen mit bestimmter gegenseitiger Verzögerung (sogenannte sequential circuits). Die systematische Berechnung dieser Schaltungen wurde aus der Booleschen Algebra entwickelt und wird daher heute allgemein als „Schaltalgebra“ gekennzeichnet. Nach einer allgemein gehaltenen Einführung in die moderne Schaltlehre werden die Prinzipien dieser „klassischen“ Schaltalgebra (Kap. 3) eingehend behandelt. Es wird dargelegt, daß die rein algebraische Darstellung der Schaltungsfunktion vollkommen äquivalent ist und daher die verschiedenen Schaltzustände erschöpfend beschreibt; daß sie jedoch zur Ermittlung der zweckmäßigsten konstruktiven Lösung nicht genügend Aussagen machen kann und daher ergänzt bzw. ausgeweitet werden muß. Derartige Verfahren werden in den folgenden Abschnitten (Kap. 4...9) entwickelt; es gelingt einerseits durch zahlentheoretische Überlegungen, andererseits mit Hilfe graphischer und tabellarischer Anordnungen, Redundanzen an Schaltelementen und leitenden Verbindungen aufzuzeigen. Die Konstruktion der Schaltwerke zur Steuerung, wie z. B. Signalstromgeber, Relais usw., werden in gesonderten Abschnitten (Kap. 9 und 14) beschrieben, in welchen insbesondere die elektronischen Schaltelemente berücksichtigt werden.

Die folgenden Abschnitte (Kap. 10 und 11) behandeln die Signalgebung durch Codes und Schaltungen zu deren Entschlüsselung bzw. deren Umsetzung sowie die Ringschaltungen zur Verarbeitung periodischer Impulsreihen. Diese Themen leiten über zum Gebiet der „sequential circuits“. Die bisher bekannten Methoden zur Analyse dieser Gruppe von Schaltungen werden besprochen und diskutiert (Kap. 12...15) und die Bedingungen für die Ansprechverzögerung der Schaltelemente in bezug auf Dauer und Folgefrequenz der Steuersignale präzisiert.

Das Buch eignet sich in seiner klaren Diktion ganz besonders zum Selbststudium der neuen Disziplin; durchwegs werden die abstrakten Themen an Hand sorgfältig ausgewählter Probleme aus der modernen Schaltlehre dargelegt. Überdies ist jedem Kapitel eine Reihe praktischer Übungsbeispiele beigegeben.

J. PIESCH

DK 621.316.7 : 621-53/-56(048.1)

**Elektrisch Steuern und Regeln.** Von S. JAHN. 155 Seiten, 131 Abbildungen. München: Richard Pflaum-Verlag, 1960. Leinen. DM 12,30.

Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gestellt, eine möglichst leicht verständliche Darstellung der Wirkungsweise von Steuerungen und Regelungen zu geben. Das Buch ist für den der Sache ferne stehenden praktisch tätigen Techniker geschrieben, der sich über das Wesen dieser relativ jungen und immer bedeutsamer werdenden Wissenszweige rasch informieren möchte, ohne sich in die komplizierte und vielfältige Fachliteratur vertiefen zu müssen.

In diesem Sinne ist auch das vorliegende Buch gegliedert. Es beginnt mit der Frage, wo gesteuert, wo geregelt werden soll und bemüht sich, sowohl den Steuervorgang als auch den Regelvorgang zu charakterisieren. An Hand von Beispielen werden Zeitverhalten von Regelstrecke und Regler sowie die grundsätzlichen Arten der Sollwertführung und die Merkmale zwischen stetigen und unstetigen Regelkreisen beschrieben. Dem gerätetechnischen Teil mit Gebern, Verstärkern und Stellgliedern sowie der Fernregelung sind eigene Kapitel gewidmet. Kurze Hinweise werden über die Auswahl geeigneter Regelungsgeräte und deren konstruktiven Aufbau erteilt. Die nötigen allgemein gültigen Begriffe aus Regelungstechnik nach DIN werden kurz gestreift, die gebräuchlichsten Schaltzeichen sowie weitere Literaturhinweise angeführt.

Die Schaltskizzen sind übersichtlich dargestellt. Die reichhaltig beschriebenen Geräte entstammen den Fertigungen der verschiedensten Hersteller und geben dadurch einen guten Querschnitt.

Das Buch vermittelt eine kurz gehaltene einführende Übersicht über Steuerungs- und Regelungsfragen, vermag aber auch dem Fachmann Hinweise zu erteilen.

H. BIRKNER

DK 621-501 (048.1)

**Grundlagen der selbsttätigen Regelung.** Von W. W. SOLOWNIKOW. Deutsche Übersetzung H. KINDLER.

Bd. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie linearisierter selbsttätiger Regelungssysteme. 727 Seiten, 460 Abb., 23 Tab. Leinen DM 65,—.

Bd. II. Einige Probleme aus der Theorie der nichtlinearen Regelungssysteme. 435 Seiten, 233 Abb., 3 Tab. Leinen DM 52,—.

München: R. Oldenbourg Verlag. — Berlin: VEB Verlag Technik, 1959.

Man kann heute mit den Fachwerken über Regelungstechnik und deren Randgebiete bereits eine kleine Bibliothek ausstatten, wenn man nur das angloamerikanische und



deutschsprachige Schrifttum berücksichtigt. Doch fast niemand weiß, wie es damit im russischen Schrifttum steht, denn fast niemand ist der russischen Sprache mächtig. Es ist daher äußerst begrüßenswert, daß nun ein umfangreiches Werk über Regelungstechnik aus dem russischen Schrifttum in deutscher Übersetzung herausgebracht wurde. Es ist dieses Werk von einem Autorenkollektiv verfaßt worden, wobei Prof. Solodownikow auch als Mitverfasser die Gesamtreaktion in vorzüglicher Weise leitet. Um so besser gelungen ist die deutsche Übersetzung von Prof. Kindler, der sich sogar mit Erfolg bemüht hatte, die verschiedenen Stile der einzelnen Verfasser auszugleichen.

Der erste Band bringt allgemeine Grundlagen der Theorie linearisierter Systeme. Zuerst wird eine kurze, aber interessante Übersicht über die russischen Arbeiten der vorschowjetischen Periode zur Theorie und Technik der selbsttätigen Regelungen gegeben. Außer Grundbegriffen und Definitionen werden die Mittel dargestellt, nach denen zuerst die Differentialgleichungen für Regelkreise aufgestellt werden können. Anschließend wird die Anwendung der Fourier- und Laplacetransformation zur Lösung solcher Differentialgleichungen erläutert. Einige Beispiele verdeutlichen noch die Aufstellung von Übertragungsfunktionen. Der nächste Abschnitt behandelt die Analyse der Stabilität von Regelkreisen. Dabei werden zuerst die sonst weniger bekannten, von LJAPUNOW ausgearbeiteten Hauptmethoden zur Untersuchung der Stabilität erklärt. Auch den anderen Stabilitätskriterien wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der nächste Hauptabschnitt des Werkes befaßt sich mit dem Begriff der Regelgüte und mit der Synthese von Regelanlagen, bei denen das charakteristische Verhalten durch irgendeine typische Einwirkung hervorgerufen wird. Die Anwendung von Korrektoreinrichtungen wird durch einige konkrete Beispiele verdeutlicht. Ein Teil dieses Hauptabschnittes erörtert auch kurz die Theorie der Impulssysteme. Ein anderer Hauptabschnitt beschäftigt sich mit jenen Fällen, wo anstatt typischer Störungen solche stochastischer Natur vorkommen.

Der zweite Band stellt die Mittel zur Untersuchung nichtlinearer Systeme dar. So werden zuerst die Hauptformen der Nichtlinearitäten betrachtet, die in Regelkreisen am häufigsten vorkommen. Sodann werden der Begriff des Phasenraumes und die Methode der Punkttransformation erörtert. Eine Anwendung wird besonders durch Beispiele von Relaisystemen verdeutlicht. Ein weiterer Abschnitt bringt Untersuchungsmittel für die Analyse von Selbstschwingungen. Eine dieser Methoden, nämlich die des „kleinsten Parameters“, ist besonders für Fälle vorgesehen, wo ein nichtlineares Element vorhanden ist, dessen Kennlinie durch Versuch ermittelt wurde. Eine andere Methode ist die Kombination des bekannten Prinzips der harmonischen Analyse mit der Frequenzgangmethode. Die Theorie der Relaisysteme bildet einen besonderen Abschnitt dieses Bandes. Zuletzt werden noch graphisch-analytische Methoden für die Konstruktion von Übergangsfunktionen in Regelkreisen mit nichtlinearen Parametern gezeigt. Eine Tafel der  $h$ -Funktionen für den Entwurf von Übergangsprozessen nach der Methode der trapezförmigen Frequenzcharakteristiken sowie eine ziemlich umfangreiche Schrifttumsübersicht schließen das Werk ab. Letztere bringt allerdings in der Hauptsache sowjetrussische Verfasser.

Wie im Vorwort erwähnt wird, ist dieses Werk für Wissenschaftler, Hochschullehrer sowie für Ingenieure und Studenten höherer Semester, die sich auf dem Gebiete der Regelungstechnik tiefere Kenntnisse aneignen wollen, bestimmt. Solchen Lesern werden sicher diese Bände als ausgesprochen gute Lehrbücher dienen. Das wissenschaftliche Niveau ist dabei durchwegs hoch, ohne daß übergroße mathematische Anforderungen gestellt werden. Nicht zuletzt ist auch die ausgezeichnete Ausstattung dieses Werkes zu erwähnen.

H. RECHBERGER

DK 658.564 (048.1)

**Handbuch der Automatisierungstechnik.** Herausgegeben von von R. KRETZMANN, Berlin: Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, 1959.

Es ist heute zweifellos so, daß die Technik der Automatisierung keine „Mode“ mehr ist. Neun Verfasser haben sich hier zusammengeschlossen, ein möglichst kurz gehaltenes Handbuch über Automatisierung zu schaffen, welches vom Herausgeber vorzüglich redigiert wurde.

Der Inhalt umfaßt folgende Hauptabschnitte: Meßwandler, elektronische Steuerungen, Stellglieder, Regelungstechnik, digitale Rechenautomaten, Analogierechenmaschinen. Diese Abschnitte bilden die Hilfsmittel der Automatisierung. Der II. Teil des Werkes bringt Anwendungen der Automatisierung, und zwar in der mechanischen Fertigung, in der Energiewirtschaft, in der Absatzwirtschaft und im Bürobetrieb.

Es ist klar, daß ein Buch dieses Umfangs nicht vollständig sein kann und auch nicht in wissenschaftliche Einzelheiten eingehen kann. Man kann jedoch den Verfassern und dem Herausgeber wirklich zugutehalten, daß damit dem interessierten Leser ein schöner Querschnitt durch die Technik der Automatisierung geboten wird.

Das erste Kapitel weist allerdings einen kleinen Schönheitsfehler auf, denn der Ausdruck „Meßwandler“ sollte besser durch „Meßwertumsetzer“ bezeichnet werden, um Verwechslungen mit den Meßwandlern der Elektrotechnik auszuweichen.

Auf jeden Fall kann dieses Werk in jeder technischen Bücherei seinen Platz beanspruchen. Der Verlag hat durch die Ausstattung dem Buche eine besondere Note gegeben.

H. RECHBERGER

DK 681.14.001.57(048.1)

**Elektronische Analogrechner.** Von D. ERNST. 315 Seiten, 227 Abb. München: R. Oldenbourg-Verlag, 1960. Leinen DM 38,—.

Die neuzeitliche Rechenmaschinenteknik gliedert sich in zwei große Hauptgruppen, nämlich in die „digitale“ Technik (Ziffernrechenmaschinen) und in die Technik der Analogierechenmaschinen. Gerade für den Ingenieur ist die letztgenannte Gruppe aus verschiedenen Gründen bedeutungsvoll geworden. Erstens gestattet das Analogierechengerät einen unmittelbaren Überblick über die Dynamik der verschiedensten technischen und physikalischen Vorgänge, zweitens ist die Programmierung für die gestellten Aufgaben bei solchen Geräten weit einfacher als bei den digitalen Rechenautomaten und nicht zuletzt bilden die Analogierechengeräte (Analogrechner) das beste Hilfsmittel für die Nachbildung (Simulation) des Zeitverhaltens der verschiedensten technischen Gebilde.

Auch hier stellt der Verfasser am Beginn des Buches die analogen und digitalen Rechenverfahren gegenüber. Im zweiten Abschnitt werden der Aufbau und die Wirkungsweise elektronischer Analogrechner näher erläutert. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit der Programmierung solcher Rechengeräte, schließlich werden auch einige recht lehrreiche Beispiele besonders aus der Elektrotechnik gezeigt. Über diesen „klassischen“ Beispielen sind noch weitere Anwendungsmöglichkeiten und die Nachbildung besonderer Funktionszusammenhänge dargestellt. Es wird auch erörtert, welche Fragen der Organisation und der Wirtschaftlichkeit bei der Anschaffung und beim Betrieb solcher Rechengeräte zu beachten sind. Eine Beschreibung einer Reihe von handelsüblichen Geräten aus sechs verschiedenen Ländern schließt dieses Buch ab.

Technikern, Physikern und Mathematikern, die sich mit der Wirkungsweise und der Anwendung von Analogrechnern vertraut machen wollen, wird dieses Werk eine gute



Anleitung sein. Das amerikanische Schrifttum zeigt ja bereits einige Werke, die dieses Fachgebiet betreffen. Umso mehr ist es zu begrüßen, daß nun auch ein Buch in deutscher Sprache über diese neuzeitliche Rechentechnik entstanden ist. Der Verfasser hat dabei für den gegebenen Umfang des Buches eine gute Zusammenstellung gegeben. Die sehr klare Darstellungsart und nicht zuletzt die ausgezeichnete Ausstattung mögen ebenfalls nicht unerwähnt bleiben.

H. RECHBERGER

DK 681.14-523.8 = 2(048.1)

**Numerical Methods for High Speed Computers.** Von G. N. LANCE. 166 Seiten. London: Iliffe & Sons Limited, 1960. 42 s. net. (bei Postzustellung 42 s. 11 d.)

Dem Ingenieur, Physiker, Chemiker, Meteorologen oder anderen Wissenschaftlern genügt es nicht, mathematische Aufgaben in allgemeiner Form zu lösen, sie wollen auch numerische Lösungen. Die schnellarbeitende elektronische Rechenmaschine hat bestimmte Eigenschaften, die verlangen, daß eine rechnerische Aufgabe zuerst in eine Form gebracht wird, welche die betreffende Aufgabe für die Maschine „verdaulich“ macht. In vielen Fällen sind die „klassischen“ Methoden zur numerischen Lösung irgendeiner Aufgabe überhaupt nicht geeignet, sie als Programm für eine Maschine zu verwenden. Die mathematische Forschung hat daher neue Methoden entwickelt um verwickeltere Aufgaben zahlenmäßig zu lösen, Methoden, die allerdings nur für solche elektronisch arbeitenden Rechenautomaten anwendbar sind. Der Verfasser hat diese, durch einzelne Veröffentlichungen weniger bekannten gebräuchlichsten, ferner einige von ihm selbst entwickelte Methoden in einem geschlossenen Band gesammelt.

Das Buch enthält im wesentlichen die Behandlung verschiedener Funktionen (Chebyschevsche Polynome und deren Anwendung, Wurzeln, Exponentialfunktionen, trigonometrische Funktionen, elliptische Integrale und Bessel-Funktionen) sowie die Lösungsmöglichkeiten für gewöhnliche Differentialgleichungen, wobei besonders die Methoden von Runge-Kutta erörtert werden.

Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit der Matrizenrechnung, ferner werden die Lösungsmöglichkeiten für partielle Differentialgleichungen behandelt. Verschiedene andere Aufgaben, wie die Lösung von Gleichungen höheren Grades, die Entwicklung von Kettenbrüchen, bestimmte Integrale und inverse Laplace-Transformation bilden den letzten Abschnitt. Ein kurzer Anhang über das Rechnen mit gleitendem Komma, sowie ein recht umfangreiches Schrifttumsverzeichnis schließen das Buch ab.

Im wesentlichen ist dieses Werk sehr allgemein gehalten, d. h. alle darin erläuterten Rechenmethoden gehen nur bis zu einem bestimmten Punkt, so daß sie für alle elektronischen Automaten anwendbar sind. Es spricht daher wohl in erster Linie jene Mathematiker an, die sich mit Programmierungsaufgaben bei Rechenmaschinen beschäftigen wollen. Für diesen Leserkreis, der ja heute immer größer wird, kann es wohl als sehr wertvoll bezeichnet werden. Es muß jedoch noch von einem anderen Gesichtspunkt betrachtet werden. Die angewandte Mathematik zeigt nämlich verschiedene Tendenzen, die von den zur Verfügung stehenden Rechenhilfsmitteln abhängen. Ein Beispiel sind die oft verwinkelten trigonometrischen Formeln der Geodäten und Astronomen, die jedoch so zugeschnitten sind, daß sie unmittelbar für die Behandlung mit Logarithmentafeln verwendbar sind. Die elektronische Rechenmaschine gibt der angewandten Mathematik wieder ganz neue Richtungen. Dafür ist dieses Buch eben als Richtungsweiser zu schätzen.

H. RECHBERGER

DK 621.317.025 (048.1)

**Elektrische Meßtechnik, Teil II: Wechselstrommeßtechnik.** Von W. SCHWERTFEGGER †. Vierte Auflage. Mit 168 Abbildungen und 20 Tabellen. 264 S. Füssen: C. F. Wintersche Verlagshandlung. 1960. Ganzleinen DM 15,60.

Das nunmehr in vierter Auflage erschienene Buch ist für den Konstrukteur und für den Betriebsingenieur bestimmt und durch seine auf Praxis gerichtete Darstellung auch bei Studierenden sehr gefragt. Infolge der ständigen Anpassung der VDE-Vorschriften an die steigenden Genauigkeitsforderungen wäre bei einer Neuauflage der letzte Stand der „Regeln für elektrische Meßgeräte“ zu berücksichtigen. Insbesondere wäre die unterschiedliche Auswirkung der Angabe einer Nennfrequenz, eines Nennfrequenzbereiches oder eines Einflußbereiches für Frequenz auf die zulässigen Fehler zu erwähnen. Zu den Eigenverbrauchsangaben von Dreheisen-Spannungsmessern wäre hinzuzufügen, daß es durch die Verwendung der Spannbandlagerung gelungen ist, Dreheisen-Spannungsmesser Klasse 0,5 mit Lichtmarkenablesung zu bauen, die im Meßbereich 7,5 V nur 7,5 mA verbrauchen. Die Tatsache, daß auch Dreheiseninstrumente mit Vorteil eisengeschirmt ausgeführt werden, sollte neben der astatischen Ausführung zumindest erwähnt werden. Wegen seiner vorteilhaft kleinen Eigenkapazität wäre der Germanium-Gleichrichter neben dem Kupferoxydul-Gleichrichter anzuführen. Infolge ihrer weiten Verbreitung sollten auch die Vielfachinstrumente mit Trockengleichrichtern ebenso wie Instrumente mit eingebautem Stromwandler beschrieben werden. Unter den Nullinstrumenten sollten die abstimmbaren elektronischen Anzeigeverstärker nicht fehlen, die gegenüber den Vibrations-Galvanometern erhebliche Vorteile besitzen. Die Frequenzmeßmethoden wären durch einen Hinweis auf die leistungsfähigen elektronischen Impulszähler zu ergänzen. Im Zusammenhang mit den Methodenfehlern der Leistungsmesserschaltungen wäre auch auf elektrodynamische Leistungsmesser mit Kompensation der durch den Eigenverbrauch bedingten Meßfehler einzugehen. Dies umso mehr, als der entsprechende Strom- und Spannungsfehler thermischer Leistungsmesser erfreulicherweise eingehend betrachtet wird.

Diese Ergänzungsvorschläge sollen nur ein Beweis dafür sein, daß dieses Lehrbuch den Anspruch erheben kann, die gesamte Wechselstrommeßtechnik in einer auf das Wesentliche beschränkten Darstellung zu behandeln. Seine wünschenswerte weite Verbreitung wird auch in Zukunft durch die hervorragende Übersichtlichkeit bei Beschränkung auf einfachste mathematische Hilfsmittel gewährleistet sein.

R. ZAWISCHA

DK 621.317.39-523.8 : 621-519 : 621.395.644 (048.1)

**Taschenbuch für die elektronische Meßtechnik.** Elektronische Messung nichtelektrischer Größen. Bearbeitet von der Elektro Spezial GmbH. 312 Seiten mit 237 Bildern und 41 Tabellen. München: Franzis-Verlag. 1960. Plastik-Einband DM 12,80.

Elektronisches Messen ist in der Einleitung dahingehend definiert, daß mechanische und andere nichtelektrische Größen mit elektrischen Fühlern beziehungsweise Meßwertwandlern aufgenommen werden, dann elektronisch verstärkt und schließlich elektrisch angezeigt oder anders, und zwar vor allem zur Betätigung von Stellgliedern in Regelanlagen ausgewertet werden. Ausgehend von dieser Definition werden die Grundlagen und die Praxis der gebräuchlichsten Meßverfahren behandelt. Eigene Abschnitte sind der Dehnungsmessung, der Messung von Geschwindigkeit und Beschleunigungen, den Drehzahlmessungen, den Durchfluß- und Mengenmessungen, Temperaturmessungen, Feuchtigkeitsmessungen, Messungen der elektrischen Leitfähigkeit und schließlich pH- und rH-Wertmessungen zugewiesen.

Außerdem sind noch einige Sonderverfahren der indu-



striellen Meßtechnik in einem besonderen Abschnitt zusammengefaßt, nämlich: Stroboskopie, Oberflächenbeschaffenheits- und Rauigkeitsmessungen.

Des weiteren sind die wichtigsten Meß- und Registriergeräte in einem Abschnitt behandelt, dessen Hauptabschnitte „Selbstabgleichende Kompensatoren“, „Direktschreiber“, „Elektronenstrahloszillografen“, „Verstärkerumschalter, Registrierkameras und Schirmbildfotografie“ sind.

Schließlich ist noch ein sehr bemerkenswertes Kapitel „Meß- und Registrieranlagen für die Verfahrenstechnik“ mit einer Einführung in die wichtigsten Grundlagen der Geräte- und Regelungstechnik vorhanden.

Das Buch ist knapp und klar geschrieben und logisch aufgebaut und gegliedert. Wir stimmen mit dem Vorwort dahingehend überein, daß trotz zahlreicher Buch- und Zeitschriftenveröffentlichungen es bisher an einem Buch gefehlt hat, das dem Praktiker einen schnellen Überblick über die physikalischen Zusammenhänge, die beteiligten Zustandsgrößen und Einheiten der elektronischen Meßtechnik vermittelt.

Wie zu erwarten, basiert die Ausführung auf Philipsgeräten und den damit gemachten Erfahrungen, was aber keineswegs die Grundsätzlichkeit der gesamten Ausführungen beeinträchtigt.

Wir glauben, daß das Buch nicht nur für den unmittelbaren Meßtechniker und Regelpraktiker einen wertvollen Behelf bilden wird, sondern auch Studierenden und Lehrenden zum Eindringen in die elektronische Meßtechnik sehr zustatten kommen wird.

H. BERTELE

DK 621.373.52 (048.1)

**Flächentransistoren in der Impulstechnik.** Von P. A. NEETESON. 170 Seiten mit 105 Abb. Philips' Technische Bibliothek. 1960. S 100,—.

Nach einer Einleitung, in der das Wesen eines Schalters (mit und ohne Innenwiderstand) in mechanischer oder elektronischer Ausführung erörtert wird, gibt das Werk einen Überblick über die Grundschaltungen der Impulstechnik, und zwar über Impulsgeneratoren, Impulsformer und Frequenzteiler.

Das Verhalten des Flächentransistors und seiner Schalterfunktion in einem Netzwerk und in Sperrschwingern und Multivibratoren wird eingehend behandelt. Mehrere Beispiele werden zahlenmäßig durchgerechnet. Die Anwendung einiger Hilfsschaltungen und Multivibratoren wird am Schlusse des Buches gezeigt.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis, in dem holländische und englische Literatur bevorzugt wird, befindet sich im Anhang.

An die mathematischen Kenntnisse des Lesers stellt das Buch keine hohen Anforderungen.

Die Wirkungsweise des Transistors wird in diesem Buch nicht behandelt. Die Kenntnisse über die physikalischen Gegebenheiten werden als bekannt vorausgesetzt.

Leider sind auch die Anwendungsvorteile der Zählpeile in diesem Buch nicht ausgenutzt worden.

Sprachlich ist das Buch nicht befriedigend. Daran dürfte die Übersetzung schuld sein.

Die Ausstattung des Werkes ist gut.

M. SKALICKY

DK 539.4 (048.1)

**Neue Festigkeitsberechnung für den Maschinenbau.** Von R. HÄNCHEN. 2., neu bearbeitete und vermehrte Auflage, 312 Seiten mit 379 Abbildungen. München: Carl Hanser Verlag. 1960. Leinen DM 19,80.

In der seinerzeitigen Besprechung der ersten Auflage wurde hervorgehoben, daß in diesem Werk ein neuer, erfolgreicher Weg zum exakten Dimensionieren von Maschinenbauteilen beschritten wird. Die früher übliche Charakterisierung des Werkstoffes durch eine einzige Zahl, nur

variiert entsprechend dem Belastungsfall, erforderte große Sicherheitskoeffizienten, die man besser als Unsicherheitsfaktoren bezeichnen könnte. Erst die Berücksichtigung der Bauform, der Vorbehandlung des Werkstoffes sowie der auftretenden Belastungsart ermöglicht wirkliche Sicherheiten anzugeben, die dann auch entsprechend niedrig gehalten werden können. Der Verfasser zeigt an Hand von vielen Tabellen und Diagrammen für eine Reihe von gutgewählten Beispielen den relativ einfachen Weg der optimalen Dimensionierung.

Die vorliegende zweite Auflage wurde durch einige wertvolle Ergänzungen und Erweiterungen bereichert. Neu hinzugekommen ist u. a. der Abschnitt „Betriebsdauerbrüche der Maschinenbauteile“. Hier werden an Hand instruktiver Beispiele die Ursachen, meist Kerben, die hohe Spannungsspitzen zur Folge haben, sowie das Aussehen von eingetretenen Dauerbrüchen untersucht und Abhilfemaßnahmen besprochen. Damit zusammenhängend wurde auch ein Abschnitt über die „Oberflächengüte“ eingefügt, ihre Bezeichnungen sowie ihre rechnerische Berücksichtigung. Schließlich werden sehr ausführlich „Konstruktive Maßnahmen zur Verminderung der Kerbwirkung“ besprochen, wobei erstmals neben den Entlastungskernen die Nabensitze mit Polygon-Dreieckprofil und Ringfeder-Spannelemente behandelt werden.

An Erweiterungen gegenüber der ersten Auflage seien erwähnt: Den drei Hauptsätzen als neue Grundlage der Elastizitäts- und Festigkeitslehre wurde noch ein vierter beigelegt, der die Kaltverfestigung als werkstoffcharakteristische Größe behandelt. Der Abschnitt über die Nabensitze wurde durch „Keilwellen-Verbindungen mit Evolventenflanken“ erweitert. Im Anschluß an das Kapitel über die Festigkeit der Konstruktionsstähle wurden die „Kosten der Stähle“ untereinander verglichen, ein Einblick, der für das wirtschaftliche Konstruieren sehr aufschlußreich ist. Schließlich erfuhr noch das Kapitel „Bauliche Maßnahmen und Berechnungsbeispiele“ eine wertvolle Bereicherung durch die Aufnahme von Pleuelstangen, Schrumpf- und Schweißverbindungen, sowie deren Berechnung. Die am Schluß angegebenen 149 Literaturstellen ermöglichen das weitere Eindringen in verschiedenste Spezialaufgaben.

Trotz des sehr reichlich Gebotenen — darunter 30 vollständig durchgerechnete Konstruktionsaufgaben — hat das Werk einen bescheidenen Umfang und eignet sich bestens für jeden, der wirtschaftlich und materialgerecht konstruieren will.

H. JAKLITSCH

DK 001.4=2=3 : 621.9.02 (048.1)

**Wörterbuch Werkzeuge.** Deutsch-Englisch / Englisch-Deutsch in einem Band. Von HENRY G. FREEMAN. 2. Auflage. 658 Seiten. Essen: Verlag W. Girardet. 1960. Plastikband DM 62,—.

Der in der Fachwelt durch seine zahlreichen technischen Wörterbücher bekannt gewordene Autor hat nun die zweite Auflage seines Wörterbuches Werkzeuge herausgebracht. In diesem, um einige tausend Fachausdrücke erweiterten Werk sind auch der deutsch-englische und der englisch-deutsche Teil vereinigt; ein Umstand, der die Anwendung wesentlich vereinfacht.

Bei diesem Wörterbuch ist die Aufgabe ziemlich weit gesteckt worden. Es sind nicht nur Wörter und Begriffe der reinen Werkzeugmaschinenkunde, sondern auch der Technologie und kleiner Teile der Betriebskunde und sogar auch allgemeine Wörter von Abart bis zwingen darin enthalten.

Bei den fremdsprachigen Ausdrücken wird auf den englischen und amerikanischen Sprachgebrauch Rücksicht genommen.

Das Werk kann Fachübersetzern, Ingenieuren, Export- und Importfachleuten und vielen anderen bestens empfohlen werden.

F. SMOLA



DK 665.5 : 621.4 (048.1)

**Kraftstoff-Handbuch.** Von F. JANTSCH. 6. neubearbeitete Auflage. 314 S. mit 140 Bildern und 82 Zahlentafeln. Stuttgart: Franckh'sche Verlagsbuchhandlung W. Keller & Co. 1960. DM 29,50.

Die wachsende Bedeutung der Kraftstoffe und die immer stärkere Verwendung von Gasturbinen und Strahltriebwerken haben eine grundlegende Umarbeitung und Erweiterung des seit langem bekannten Kraftstoffhandbuches — dessen erste Auflage bereits 1936 als Leuna-Handbuch erschien — notwendig gemacht.

Der umfangreiche Stoff ist übersichtlich gegliedert. Während im ersten Abschnitt (Kraftstoffherstellung) in knappen Umrissen das Wichtigste über die modernen Gewinnungsarten der Kraftstoffe gesagt wird, bringt der ausführliche zweite Teil (Kraftstoffanwendung) alle Fragen, die sich aus der Wechselwirkung zwischen Kraftstoff und Kraftstoffverbraucher (vom Kolbenmotor bis zur Rakete) ergeben.

Der dritte Abschnitt (Kraftstoffprüfung) gibt eine umfassende Beschreibung der für die Beurteilung der Kraftstoffe erforderlichen motorischen und chemischen Prüfverfahren und weist ebenso wie der nächste Teil (Kraftstoffübersicht) auf die einschlägigen deutschen und amerikanischen Normen und Lieferbedingungen hin.

Das Buch, in biegsamem Kunststoffeinband, ist ein richtiges Handbuch für den Praktiker und besonders durch das ausführliche Sachregister zum schnellen Nachschlagen sehr geeignet. Die zahlreichen Zeichnungen, Diagramme und Tabellen informieren nicht nur, sondern sind mit den Quellenangaben auch ein wertvolles Hilfsmittel für eingehenderes Studium.

Jeder, der sich mit Kraftstoffen und Verbrennungsmotoren befaßt, sei er nun Erdölchemiker, Motorenbauer oder Kraftfahrer, wird in diesem Buch Anregungen finden und es sicher gerne zur Hand nehmen.

L. ZAGLER

DK 621.891 (048.1)

**Reibung und Schmierung fester Körper.** Von F. P. BOWDEN und D. TABOR. Deutsche durchgearbeitete Übersetzung der 2. Aufl. von E. H. FREITAG. 430 S., 114 Abb. und 32 Bildtafeln. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag. 1959. Ganzleinen DM 41,40.

Viele Jahre der experimentellen Studien der physikalischen und chemischen Vorgänge an der Universität Cambridge und der Tribophysics-Abteilung des Australian Council for Scientific and Industrial Research in Melbourne über das Gleiten fester Körper haben hier ihren Niederschlag gefunden. Dieses Buch ist mehr für den Forscher und jene Ingenieure bestimmt, die sich für die physikalischen Vorgänge der Reibung interessieren, und nicht für den praktisch tätigen Ingenieur, der sich, nach dem Titel des Buches schließend, ganz andere Dinge zu finden erhofft.

Die einzelnen Kapitel sind klar und übersichtlich gehalten. Man findet interessante Angaben über die Gestalt der Berührungsflächen fester Körper, über Verfahren zur Ermittlung dieser Kontaktflächen sowie über Oberflächentemperaturen, die beim Gleiten von Metallen beobachtet wurden. Aus der Fülle von Versuchen mit verschiedenen Werkstoffpaarungen werden die Einflüsse bei der Reibung reiner Oberflächen, die Wirkungsweise der Lagerlegierungen und Grenzschmierung unter Einfluß von Schmierstoffen, Oxydschichten, adsorbierten Gasen u. dgl. mitgeteilt. Sie dienen vor allem dazu, um die Erscheinungen des Verschleißes zu erklären. Die vertretene Ansicht, daß man die Reibung nur durch Kaltverschweißungen und durch die Adhäsion deuten kann, wird wahrscheinlich nicht allgemeinen Anklang finden. Die von W. B. HARDY betriebene Grenzreibungsforschung kommt auch in einigen Kapiteln zum Ausdruck. Das Schrifttum läßt bezüglich Vollständigkeit noch viele Wünsche offen.

In diesem gut ausgestatteten Buch werden die Versuchsbeschreibungen so manchem Forscher wertvolle Anregungen geben.

K. BAUER

DK 621.793 : 620.179 (048.1)

**Die Prüfung metallischer Überzüge.** Von A. KUTZELNIGG. 190 Seiten mit 31 Tabellen und 56 Abbildungen. [Schriftenreihe Galvanotechnik.] Saulgau/Wttbg.: Eugen G. Leuze Verlag. 1960. Halbleinen DM 14,75.

Dieses Buch aus der Schriftenreihe „Galvanotechnik“ bringt eine Zusammenstellung aller zur Prüfung metallischer Überzüge verwendeten Verfahren.

Der stofflichen Beschaffenheit ist der Abschnitt 2 gewidmet, den geometrischen Gegebenheiten die Abschnitte 3 bis 6. Die Untersuchungsmethoden werden mit ihren Vor- und Nachteilen besprochen, ohne allerdings auf theoretische Grundlagen einzugehen, was aber in diesem Zusammenhang keinen Nachteil bedeutet. Besonderes Interesse kommt den zerstörungsfreien Meßmethoden zu, die im Abschnitt 3.3 behandelt werden. Die Abschnitte 7 und 8 sind für die Untersuchung des chemischen und technologischen Verhaltens vorgesehen und stellen uns Meßmethoden für Korrosion, Härte, Verschleiß usw. vor. In den beiden letzten Teilen — Abschnitt 9 und 10 — werden ergänzend noch einige andere physikalische Eigenschaften, sowie das Problem einer zusammengefaßten Beurteilung, besprochen.

31 Tabellen vervollständigen das Werk, dessen Benützung durch ein Verzeichnis der Abkürzungen und ein Sachregister erleichtert wird. Um einen genauen Vergleich mit den einzelnen Prüfvorschriften zu ermöglichen, sind die Deutschen Normen DIN 50320, 50330, 50950, 50951 und 50953 am Ende des Buches wiedergegeben.

G. NENTWICH

DK 517.544 (048.1)

**Refined Iterative Methods for Computation of the Solution and the Eigenvalues of Self-Adjoint Boundary Value Problems.** Von M. ENGELI, TH. GINSBURG, H. RUTISHAUSER und E. STIEFEL. 107 Seiten. Basel und Stuttgart: Birkhäuser Verlag. 1959. DM 17,—.

Eine der wichtigsten und weitverbreitetsten numerischen Methoden zur Lösung ebener Rand- bzw. Eigenwertprobleme besteht darin, daß der Bereich mit einem Koordinatengitter überzogen und die Funktionswerte in den Netzpunkten als Unbekannte eingeführt werden. Dann ersetzt man entweder die Differentialgleichung durch eine Differenzengleichung oder — und dieser Weg wird in der vorliegenden Abhandlung besprochen — man betrachtet das zugehörige Variationsproblem, falls es existiert, approximiert das Integral durch eine quadratische Form und macht diese zu einem Minimum. Damit kommt man auf ein System linearer Gleichungen mit soviel Unbekannten, wie Netzpunkte gewählt wurden, praktisch also an die Hundert und mehr. Es ergibt sich nun die Frage nach der „besten“ Auflösungsmethode für dieses System. Diese Frage wird in der vorliegenden Abhandlung von einem Mathematiker-Team der ETH Zürich studiert.

E. Stiefel als Initiator des Unternehmens und Mitentdecker einer der wichtigsten der in Frage kommenden Methoden, nämlich des Verfahrens der konjugierten Gradienten, schildert in einem einleitenden Kapitel die Problemstellung. Neben Aufgaben vom Dirichletschen und Poissonschen Typus, über die aber schon zahlreiche Untersuchungen vorliegen, kommen vor allem biharmonische Probleme in Frage. Diese werden an Hand eines Testbeispiels, nämlich der auf Biegung beanspruchten Rechteckplatte, studiert. H. Rutishauser diskutiert auf exakt mathematischer Basis die Gradientenmethode und ihre verschiedenen Abwandlungen. Th. Ginsburg und M. Engeli schließ-



lich wenden die am vorteilhaftesten erscheinenden Verfahren auf das Testproblem sowie auf das Problem des Biegestabes, bei dem ein Vergleich mit der exakten Lösung möglich ist, an. Ginsburg benützt die Gradientenmethode, Engeli das bekannte Verfahren der Überrelaxation. Die Resultate werden am Schluß übersichtlich zusammengefaßt.

Es zeigt sich, daß die Gaußsche Eliminationsmethode das beste Verfahren darstellt, leider aber wegen der beschränkten Speicherkapazität der elektronischen Rechenma-

schinen meist nicht anwendbar ist. Das nächstbeste Verfahren, zumindest wenn die sogenannte *P*-Zahl des Gleichungssystems nicht zu groß wird, ist die Überrelaxation. Die Schwierigkeit besteht hierbei in der optimalen Wahl des Relaxationsfaktors. Für große *P*-Zahlen, ebenso wie für die Berechnung der Eigenwerte sind die Gradientenmethoden vorzuziehen.

Das Heft wird jedem, der Randwertprobleme numerisch behandeln muß, gute Dienste leisten.

H. PARKUS

## Eingelangte Bücher und Schriften

### Neue ÖNormen

- B 2450 4., geänd. Ausgabe, Aufzüge, Bauvorschriften,
- E 6998 Leuchtstofflampen, Austauschbarer Starter,
- E 6999 —, Prüfsockel für Lampenfassungen G 13,
- M 3101 Stahl, Allgemeine technische Lieferbedingungen, Erzeugnisse und Erläuterungen,
- M 4302 2., geänd. Ausgabe, Morsekegel, Kegelschäfte für Werkzeuge, Innenkegel für Werkzeugmaschinen,
- M 4580 Preßluft-Bohrhämmer und ähnliche Bohrgeräte, Schlagbohrkronen mit Hartmetallschneide für Preßluft-Gesteinsbohrhämmer.

Zu beziehen in der Geschäftsstelle des Österreichischen Normenausschusses, Wien I, Bauernmarkt 13, 5. Stock, Zimmer 166.

**Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern.** Von A. RENARDY. Band 20 der Radio-Praktiker-Bücherei, 8. und 9. Auflage. 64 Seiten mit 20 Abb. München: Franzis-Verlag. 1961. DM 1,60.

Im Laufe der Zeit hat sich eine ganze Reihe von Fehler-suchverfahren herausgebildet; davon werden die wichtigsten und erfolgreichsten in diesem Band beschrieben. Dabei stellt der Verfasser aber eine wichtige Erkenntnis in den Vordergrund: Weil sich viele Fehler ganz ähnlich auswirken können, muß man die Zusammenhänge verstehen, denn planloses Suchen kostet sehr viel Zeit. Auf dieses Erfassen der technischen Hintergründe ist das ganze Buch abgestimmt, so daß der Leser beim Erlernen der Fehlersuchmethoden auch noch — gewissermaßen nebenbei — einen wertvollen Unterricht in den Grundzügen der Empfänger-Schaltungstechnik erhält.

Die hohe Auflageziffer dieses Buches ist ein Gradmesser seiner Beliebtheit. Das ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß jede Neuauflage immer wieder auf den modernsten Stand gebracht wurde. Dieses Mal kommt vor allem dem neugeschriebenen Abschnitt „Fehlersuche bei Transistorempfängern“ besondere Bedeutung zu, denn der Leser lernt nicht nur die Methoden, sondern auch eine Anzahl zweckmäßiger Hilfsgeräte für seine Arbeit kennen. Da Transistorempfänger eine immer stärkere Verbreitung finden, schließt diese Neuauflage eine sehr empfindliche Lücke in der einschlägigen Fachliteratur.

**Die Bedeutung eines modernen Elektrizitätsrechtes für die Konsumenten.** Bericht über eine Vortragsreihe im März 1961. Herausgegeben vom Österreichischen Energiekonsumenten-Verband. Mit 111 Seiten. Wien. 1961. S 80,—.

Der Österreichische Energiekonsumenten-Verband hat im März 1961 eine Vortragsreihe über die Bedeutung eines modernen Elektrizitätsrechtes abgehalten. Die Eröffnungsansprache von Komm.-Rat Dir. EGON RUSSWURM, die Vorträge der Herren Dr. ALBERT LAUBI „Gesetzgebung, Organisation und Vertrag in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft“, Dr. KARL KÖRFER „Die geltenden energierechtlichen Regelungen in Westdeutschland und die durch sie bedingte Stellung des Abnehmers gegenüber dem Versor-

gungsunternehmen“ und Dr. OTTO HARTIG „Die Bedeutung eines modernen Elektrizitätsrechtes für die Konsumenten“ sowie die darauffolgenden Diskussionen gelangten in diesem interessanten Druckwerk zur Veröffentlichung.

**Österreichs Energiebauten 1960—1961.** Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr und Elektrizitätswirtschaft. Mit 60 Seiten, zahlreichen Abb. und einer Übersichtskarte. Wien: Industrie- und Fachverlag Dipl.-Ing. Rudolf Bohmann. 1961.

**Registrierende Meßverfahren zum Bestimmen von korrosionsgefährdeten Kabelabschnitten.** Von Dr.-Ing. ALFRED REINHARDT. VDI-Forschungsheft Nr. 482. 40 Seiten, 70 Abbildungen, 2 Tafeln. Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf. Einzelheftpreis DM 27,75, für persönliche VDI-Mitglieder u. Abonnenten DM 25,—.

Nach einer eingehenden Analyse des Meßproblems werden fünf Meßverfahren angegeben, nach denen aus den an zwei Angriffspunkten ermittelten Werten der Kabelmantelstromstärke die Stärke des zwischen diesen Punkten austretenden Stromes gewonnen und niedergeschrieben wird. Hierbei werden die jeweiligen Meßfehler sowie die besonderen Vorteile und Schwierigkeiten dieser Verfahren erörtert.

**Technische Richtlinien für Kondensatorrohre aus Nichteisenmetallen.** 2. Ausgabe. 34 Seiten. Frankfurt am Main: Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH - VWEW. Kartoniert DM 4,—.

Die Neufassung des Normblattes DIN 1785 „Rohre aus Kupfer und Kupferlegierungen für Kondensatoren und Wärmetauscher“ (Fassung Mai 1956) und neuere Erfahrungen machten eine Überarbeitung der 1. Ausgabe dieser Richtlinien notwendig. Die Richtlinien bilden eine wichtige Ergänzung zu dem Normblatt. Sie enthalten die neuen Erkenntnisse — auch hinsichtlich des Werkstoffes —, die sich aus dem Bau und Betrieb von Kondensatoren ergeben und sich nicht ohne weiteres in ein Normblatt aufnehmen lassen.

Die Richtlinien geben den augenblicklichen Stand der Technik wieder. Ein ausführliches Schrifttumverzeichnis bietet die Möglichkeit zum Studium einzelner Probleme.

**100 Jahre Gebrüder Bühler, Uzwil/Schweiz.** 101 Seiten mit zahlreichen Abb.

Das anlässlich des 100jährigen Bestandes der Firma Gebrüder Bühler herausgegebene Jubiläumsbuch gibt einen eindrucksvollen Überblick über das Erzeugungsprogramm dieser berühmten, gut eingeführten Maschinenfabrik.

**Magnetic Amplifier in Japan.** Herausgegeben von J. YAMAGUCHI. 101 Seiten mit zahlreichen Tabellen und Abbildungen. Osaka: University, Faculty of Engineering. 1960.

Im Mai 1953 wurde wegen der rapid ansteigenden Bedeutung der magnetischen Verstärker vom Institut of Electrical Engineering of Japan eine eigene Gruppe ins



Leben gerufen, die sich nur mit diesen Geräten befaßt. Die Gruppe umfaßt 200 Mitglieder und hält halbjährliche Tagungen ab. Bei den von Jahr zu Jahr zunehmenden technischen Problemen der magnetischen Verstärker konnten diese Veranstaltungen aber nicht allen Anforderungen genügen und es wurde daher im September 1960 das vorliegende Buch mit 11 Arbeiten verschiedener Autoren herausgebracht.

#### VDE 0542/6.61. Bestimmungen für Lichtbogen-Schweißgleichrichter<sup>1)</sup>

Neben den Schweiß-Generatoren, -Umformern und -Transformatoren, für die die bekannten Regeln VDE 0540/5.58<sup>2)</sup> und VDE 0541/5.58<sup>3)</sup> gelten, haben die Lichtbogen-Schweißgleichrichter immer mehr an Bedeutung gewonnen, so daß die Aufstellung von Bestimmungen für diese dritte Art der Lichtbogen-Schweißgeräte sich als notwendig erwies.

Die Bestimmungen für diese Geräte, die meistens aus einem Transformator und einem nachgeschalteten Gleichrichtersatz bestehen, tragen dieser Kombination Rechnung und umfassen im Geltungsbereich die Ein- und Mehrstellen-Schweißgleichrichter in ihren verschiedenen Ausführungsarten.

Wie bei neueren VDE-Bestimmungen üblich, ist der Text in Vorschriften, Regeln und Erklärungen gegliedert worden, die sich durch ihre Druckart unterscheiden.

Bei den Begriffserklärungen wurden die Schweißbetriebsarten und die elektrischen Größen mit den entsprechenden Angaben in VDE 0540 (Schweißgeneratoren und -umformer) und in VDE 0541 (Schweißtransformatoren) in Übereinstimmung gebracht. So gelten für den Handschweißbetrieb auch beim Schweißgleichrichter mit fallender Charakteristik das übliche 2-Minuten-Spiel und die Einschaltdauer von 35, 55 und 70 %, und der Nennhandschweißbetrieb mit 55 % Einschaltdauer dient auch hier zur Kennzeichnung des Schweißgleichrichters.

Die Vorschriften über die zulässige Höhe der Leerlaufspannung bei der Verwendung der Schweißgleichrichter im allgemeinen und für das Schweißen in engen Räumen sind der Geräteart und den Unfallverhütungsvorschriften angepaßt und berücksichtigen die zulässigen Gleichrichter-Schaltungsarten.

Die Prüfbestimmungen, die vorgeschriebenen Leistungsschild-Angaben und die zulässigen Abweichungen von diesen Angaben wurden jeweils unterschiedlich für die verschiedenen Arten der Schweißgleichrichter festgelegt. Mit den neuen Bestimmungen für die Schweißgleichrichter, die am 1. Juni 1961 in Kraft getreten sind, ergeben sich für den Hersteller und den Verwender Unterlagen für eine sachliche Beurteilung in betriebs- und sicherheitstechnischer Hinsicht, die bisher noch fehlten.

Die neuen Bestimmungen VDE 0542 können in Österreich vom ÖVE bezogen werden.

<sup>1)</sup> Es wird darauf hingewiesen, daß in Österreich derzeit noch die VDE-Vorschriften vom Stande 10. April 1945, jedoch nach Maßgabe der Änderungen und Ergänzungen der Runderlässe des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau Nr. 1 bis 14, gelten.

<sup>2)</sup> In Österreich gelten auf diesem Gebiet die Vorschriften ÖVE-M 12/1952.

<sup>3)</sup> In Österreich gelten auf diesem Gebiet die Vorschriften ÖVE-M 22/1957.

#### VDE 0855 Teil 2/2.61. Bestimmungen für Antennenanlagen. Teil 2: Regeln für die Betriebseignung von Empfangs-Antennenanlagen<sup>1)</sup>

Am 1. Februar 1961 traten die neuen „Regeln für die Betriebseignung von Empfangs-Antennenanlagen“ in Kraft.

Mit dieser Neufassung werden die „Leitsätze für die Messung der elektrischen Eigenschaften von Antennenanlagen VDE 0857/IV.43“ ungültig.

Die neuen Regeln sollen zur Einführung bis zum 1. Februar 1962 die Verbindlichkeit von Richtlinien haben. Mit der Neufassung berücksichtigt der VDE den Stand der Technik von Einzel- und vornehmlich Gemeinschaftsantennenanlagen sowohl im LW- und MW-Bereich als auch im UKW-Ton-Rundfunk- und Fernsehrundfunkbereich, jedoch ohne Berücksichtigung des Bereiches IV, da hier die Entwicklung noch zu sehr im Fluß ist.

Auf Grund der Festlegung ist eine qualitative Beurteilung einer Antennenanlage möglich. Sowohl zur Störminde- rung gegen von außen eindringende Störungen als auch gegen Störungen aus der eigenen Anlage (Störungen von Empfängern gegenseitig) werden bestimmte Maßnahmen gefordert und Kopplungsdämpfungen vorgeschrieben, die nicht unterschritten werden dürfen. Die hierzu gehörige Meßmethode ist angegeben.

Zur Vermeidung von Funkstörungen in anderen Anlagen werden für Verstärker und Frequenzumsetzer in Gemeinschafts-Antennenanlagen Angaben gemacht.

Im letzten Paragraph werden für den Aufbau und die Wartung der Antennenanlage Forderungen gestellt hinsichtlich der Verwendung aufeinander abgestimmter Bauteile sowie der Berücksichtigung der Umgebung, in welcher die Teile verwendet werden.

VDE 0855 Teil 2/2.61 kann in Österreich vom ÖVE bezogen werden.

#### VDE 0866/6.61. Vorschriften für Funksender<sup>1)</sup>

Mit Inkrafttreten dieser Vorschriften für Funksender veröffentlicht der VDE zum ersten Mal Sondervorschriften für diesen Bereich.

Die Vorschriften gelten sowohl für kleine transportable Geräte als auch für größere Anlagen. Die bisher veröffentlichten internationalen Arbeiten sind bei Ausarbeitung der Vorschriften weitgehend berücksichtigt worden.

Behandelt werden Fragen, wie sie heute in Deutschland bei Funksendern auftreten, so z. B. Verriegelungs- und Warneinrichtungen beim Öffnen von Funksendern.

Behandelt werden u. a. der Gefahrschalter, Maßnahmen gegen Implosion und Explosion, Schutz gegen gefährliche Strahlung, Meßinstrumente in Hochspannungskreisen sowie die Herstellung ungefährlicher Potentiale.

Sicherheitsvorschriften für den Betrieb befinden sich z. Zt. in Vorbereitung. Mit der Veröffentlichung eines Entwurfes ist in Kürze zu rechnen.

VDE 0866/6.61 kann in Österreich vom ÖVE bezogen werden.

<sup>1)</sup> Es wird darauf hingewiesen, daß in Österreich derzeit noch die VDE-Vorschriften vom Stande 10. April 1945, jedoch nach Maßgabe der Änderungen und Ergänzungen der Runderlässe des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau Nr. 1 bis 14, gelten.

## Mitteilungen

### Vortrag im ÖVE

6. September 1961: Vortrag des Herrn Obering. JOSEF von ADLER-RACZ (Balteau S. A., Lüttich) über: „Akustische Fehlerortung an Starkstromkabeln“. Zeit: 18.00 Uhr c. t. — Ort: Wien I, Eschenbachgasse 9, II. Stock, Großer Saal.

### Zweiter Internationaler Kongreß der IFAC

Die International Federation of Automatic Control (IFAC) wird ihren zweiten internationalen Kongreß für Regelungstechnik im September 1963 in Basel auf Einladung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik ver-



anstellen. Nahezu alle Vorträge sollen sich mit Fragen der Theorie oder der Anwendung der Regelungstechnik befassen. Über Gerätetechnik und über allgemeine Themen sollen nur einige Vorträge auf das Programm gesetzt werden. Die Vortragsthemen sollen im übrigen auf folgenden Gebieten liegen:

- 1) Theorie
  - 1,1) Unstetige Regelungssysteme
  - 1,2) Stochastische Systeme
  - 1,3) Optimierungssysteme
  - 1,4) Lernende Automaten
  - 1,5) Zuverlässigkeit von Systemen
- 2) Anwendungen
  - 2,1) Dynamisches Verhalten der Regelstrecken
  - 2,2) Untersuchung von Anlagen mittels Rechenmaschinen, in der Anlage und mittels Simulierung
  - 2,3) Anwendung optimierender oder selbstanpassender Regelungen
- 3) Gerätetechnik
  - 3,1) Neue Geräte
  - 3,2) Messung der Zuverlässigkeit von Geräteteilen

Vortragsmanuskripte können in englischer, russischer, deutscher oder französischer Sprache eingereicht werden.

Als Termin für die Einreichung der Arbeiten wird der Juni 1962 genannt. Anweisungen für die Abfassungen ergeben in Kürze durch den IFAC. Alle darauf bezüglichen Auskünfte erteilt der Österreichische Arbeitsausschuß für Automatisierung im ÖPZ, Wien I, Renngasse 5, der auch die Sammlung und Weiterleitung der Arbeiten übernimmt.

### **Veröffentlichungen der Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V. (VGB), Essen**

Bei der VGB, Essen, Postschließfach 1791, die in der Zeit vom 29. Juni bis 1. Juli 1961 ihre diesjährige Jahreshauptversammlung in Wien abgehalten hat, sind folgende Publikationen erhältlich:

- Richtlinien für den Bau und die Bestellung von Heißdampfrohrleitungen,
- Richtlinien für die Herstellung und Bauüberwachung von Hochleistungsdampfkesseln,
- Richtlinien für die Bestellung von Hochleistungsdampfkesseln
- Richtlinien für die Einmauerung von Dampfkeßeln,
- Richtlinien für den Bau und Betrieb von Entaschungsanlagen,
- Richtlinien für die Bestellung von Entstaubungsanlagen für Dampfzeuger,
- Richtlinien für die Planung und Bestellung von Gebläsen für Dampfzeugungsanlagen,
- Merkblatt Nr. 1 Innere Kesselreinigung mit Chemikalienlösungen,
- Merkblatt Nr. 2 Schnellmethoden zur Unterscheidung legierter Stähle im Kesselbau,
- Merkblatt Nr. 3 Wanddickenberechnung von Hochdruckrohrleitungen,
- Merkblatt Nr. 4 Die Berechnung von Flanschverbindungen für Heißdampfrohrleitungen
- Merkblatt Nr. 5 Gewährleistungsnachweis und Leistungskontrolle an Entgasern,

Merkblatt Nr. 6 Korrosionsschutz für Speise- und Kühlwasseranlagen in Wärmekraftwerken,

Merkblatt Nr. 7 Bestellung und Verwendung hochwärmefester austenitischer Stähle für die Herstellung von Rohren und Sammlern in Hochleistungsdampfkessel-Anlagen einschließlich Rohrleitungen,

Merkblatt Nr. 8 Korrosionsschutz rauchgasberührter Anlage-teile in Dampfzeugungsanlagen,

Merkblatt Nr. 9 Flugstaub-Rückführung für Dampfzeuger-Feuerungen,

Merkblatt Nr. 10 Gewährleistungsnachweis und Leistungskontrolle an Vollentsalzungsanlagen,

Merkblatt Nr. 11 Vorbereitende Maßnahmen für die Inbetriebnahme,

Broschüre Kraftwerker und Kraftwerksmeister, Aufgaben und Ausbildung,

Sonderdruck Ascheverwertung.

### **Radio- und Fernsehsalon**

Unter der Schutzherrschaft der Französischen Rundfunkgesellschaft und des Nationalverbands der Elektronenindustrie findet in der Zeit vom 14. bis 25. September 1961 im Parc des Expositions — Hallen 50...58 — in Paris, Porte de Versailles, der Radio- und Fernsehsalon statt (Veranstalter: S.D.S.A. 23, rue de Lubeck — Paris XVI<sup>e</sup>).

Die Eröffnung der Pariser Saison ist von nun an durch den Radio- und Fernsehsalon gekennzeichnet.

Sein Erfolg, der sich von Jahr zu Jahr immer wiederholt, kennzeichnet den wesentlichen Platz, den Radio und Fernsehen im täglichen Leben einnehmen.

Dank der engen Zusammenarbeit, die sich zwischen der RTF und der Industrie eingebürgert hat, ist die Öffentlichkeit in der Lage, die Gesamtheit der Faktoren unter all ihren Aspekten zu würdigen, die diese vielseitige Kette darstellt, deren letztes Glied der Empfänger ist.

Er kann bis ins kleinste der Verwirklichung der Sendungen folgen und die Genauigkeit ihrer Wiedergabe sowohl auf klanglichem wie auch auf visuellem Gebiet feststellen.

Die französische Rundfunkgesellschaft macht bei der Gelegenheit beachtliche Anstrengungen, um ihre beliebtesten Programme im weiten Rahmen der Studios zeigen zu können, deren technische Ausrüstungen die dauernden Einrichtungen, die augenblicklich in Dienst sind, darstellen.

Die Benutzung des Palais des Sports ermöglicht es, die größtmögliche Zuhörerschaft mit außergewöhnlichem Komfort zu empfangen.

Ein Studio von 1 000 Plätzen ist für die Wiedergabe von Sendungen lyrischer und dramatischer Werke bestimmt, an denen große Orchester und berühmte Künstler teilnehmen werden.

Eine vollständige Ausstellung der neuesten Erzeugnisse der französischen Industrie wird es der Öffentlichkeit ermöglichen, sich genau über die erzielten Fortschritte zu informieren.

### **Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:**

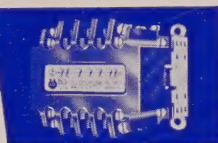
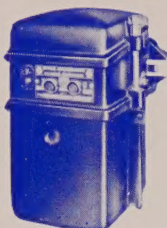
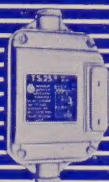
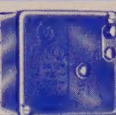
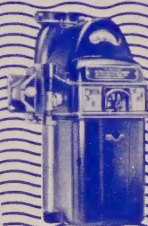
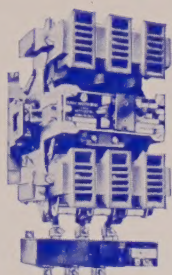
Dipl.-Ing. K. Rothaler, c/o ELIN-UNION, Wien I, Volksgartenstraße 3.

Prof. Dr.-Ing. Joseph Ben Uri, TECHNION-Israel Institute of Technology, Technion City, Haifa, Israel.

Dipl.-Ing. H. Angel, c/o ELIN-UNION, Wien I, Volksgartenstraße 3.

Dr. O. Bobleter und Dr. K. Buchtela, Atominstitut der Österreichischen Hochschulen, Wien IV, Karlsplatz 13.





SBIK-Niederspannungs-Schaltgeräte erkennt man an ihrer ausgereiften Konstruktion und zuverlässigen Betriebsweise. Wir liefern für Spannungen bis 500 V und Stromstärken bis 600 A:

Fernschalter · Steuerschalter · Handbetätigte Ueberstromschalter · FI- und FU-Schutzschalter · Schaltschränke sowie gußgekapselte Verteilungsanlagen.

Ausführliche Angaben über unser gesamtes, vielseitiges Fabrikationsprogramm enthält unsere SBIK-Auszugsliste, die wir Ihnen auf Anforderung gerne zusenden.

**SCHIELE INDUSTRIERWERKE KG**  
HORNBERG/SCHWARZWALDBAHN



Werkvertretungen für Österreich:

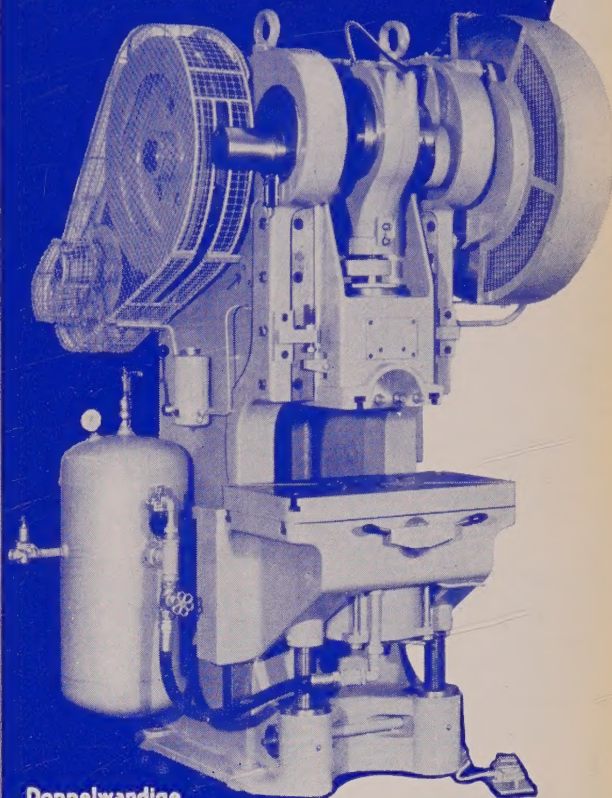
**Adolf Kranzl, Wien IV, Resselgasse 5/23**  
Telefon: 65 06 76, Fernschreiber 01 2262

**Franz Schmachtl, Linz/Donau, Walterstraße 2/I**  
Telefon: 226 57, Fernschreiber 02 373

Industrieschaltgeräte  
nach VDE 0660/52

# SOGOP

erzeugt  
**WERKZEUGMASCHINEN**  
der spanlosen Formung:



**Doppelwandige  
Exzenterpresse  
PEDV 50**

# Ex- zenter pressen

**WIR LIEFERN KURZFRISTIG:**

Exz. Pressen 27-40-55-100-120  
Hydraulische Einständerpressen 63-40 t  
mech. u. hydrl. Abkantpressen 100/3000

**SIMMERING-GRAZ-PAUKER A. G.**  
Wien VII, Mariahilferstraße 32

Bitte besuchen Sie uns auf der Wiener Herbstmesse 1961,  
Prater Messegelände: Block L, Stand 4066 und 4066 a;  
Nordhalle, Stand 1494, Vertretung Ing. W. Rath



# GRAND-HOTEL PANHANS

(SEMNERING 1040 m)

Modernst ausgestattetes Haus mit neuen Appartements, Gesellschaftsräumen, Wintergarten, Liegeterrassen, Bar, Hotelkino, Garagen

Schwechater Bierstuben (bürgerl. Restaurant)

Panhans-Weindiele, täglich Stimmungs- und Tanzmusik

Temperiertes Alpenstrandbad (im Sommer)

Maurisches Sprudelschwimmbad (im Winter)

Panhans-Gäste-Reiten

Panhans-Tennisplatz, resp. Eislaufplatz

Sessellift auf den Sonnwendstein, Hirschenkogel und Stuhleck ganzjährig in Betrieb

Tagespension, Wochenarrangements, Sonderarrangements für Tagungen und Veranstaltungen

**GRAND-HOTEL PANHANS**, Semmering: 02664/366—369, 485 · Fernschreiber: 01/676



## FELTEN & GUILLEAUME

FABRIK ELEKTRISCHER KABEL, STAHL-  
UND KUPFERWERKE AKTIEN-GESELLSCHAFT

WIEN, BRUCK / MUR, DIEMLACH

Fernmeldekabel aller Art

Coaxialkabel

Hochspannungskabel für jede Spannung

Imprägnierte Papierbleikabel

Ölkabel bis 220 kV

Gummi- und Kunststoffkabel

Leitungs-, Wickel- und Schaltdrähte jeder

Isolationsart

Emaillierte Drähte

Kupfer- und Aluminiumdrähte

Freileitungsseile

Drahtseil-Sonderausführungen

Eisen- und Stahldrähte

Drahtstiften

Spannbetondrähte

Baustahlgitter

bi-Stahl